



CUARTO CONGRESO INTERNACIONAL  
**CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO**  
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

# HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO

PONENCIAS Y RESÚMENES

HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO

**4.º Congreso Internacional Científico y Tecnológico**  
Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires

# **HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO**

---

PONENCIAS Y RESÚMENES

---

**EDICIÓN 2017**

**AUTORIDADES PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**GOBERNADORA**

Lic. María Eugenia Vidal

**VICEGOBERNADOR**

Dr. Daniel Marcelo Salvador

**JEFE DE GABINETE**

Dr. Federico Salvai

**MINISTRO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA  
E INNOVACIÓN**

Ing. Jorge Elustondo

**PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE  
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS**

Ing. Pablo Gustavo Romanazzi

**MIEMBROS DEL DIRECTORIO**

Ing. Agr. Alberto Joaquín Torres / Vicepresidente

Dr. Osvaldo Enrique Agamennoni

Dr. Guillermo Ricardo Tamarit

Dr. Carlos Alberto Rossi

Agradecimiento a las autoridades y empleados de la Universidad Nacional de Quilmes por facilitar el espacio para desarrollar el congreso

# HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO

---

PONENCIAS Y RESÚMENES

---

**EQUIPO EDITORIAL**

**CONSEJO DE REDACCIÓN**

Pablo Romanazzi

Martín López Lastra

Antonio Albor Máspoli

Pablo Morosi

**DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO**

Laura Signorio

Denisse Patrault

**CORRECCIÓN**

Bettina Villar

Florencia Lobo

**LOGÍSTICA**

Alejandro Armentía

**EQUIPO ORGANIZADOR DEL CUARTO CONGRESO**

Mario Hernández, Cristina Marsero,

Carlos Imbaud, Mónica Lombardi,

Emilio Jalo, Ezequiel Saravia

**COLABORACIÓN**

Javier Vallejo, Martín Cantarini, Juan Máspoli,

Laura Squillacioti, Analía Centeno, Leandro Merli

PÁGINA | 9 |

**LA CIC: ORGULLO DE TODOS LOS BONAERENSES**

Ing. Jorge Elustondo, ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Buenos Aires

PÁGINA | 11 |

**LA CIENCIA SIRVE**

Ing. Pablo Romanazzi, presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires

PÁGINA | 13 |

**LA GRAN VENTANA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA BONAERENSE**

PÁGINA | 15 |

**TRABAJOS ESPECIALMENTE SELECCIONADOS PARA EXPOSICIÓN ORAL**

**/ IMBICE / ..... 17**  
 Estudio multidisciplinario de enfermedades crónicas relacionadas con desarreglos en el peso corporal de origen multifactorial y de relevancia regional y nacional

**/ CEMECA / ..... 27**  
 Energía solar térmica de concentración, tecnología eficiente, sustentable y gestionable en la República Argentina

**/ CEIDE / ..... 39**  
 Manejo del recurso hídrico subterráneo en áreas urbanas de la provincia de Buenos Aires

**/ IHLLA / ..... 53**  
 Estudios de procesos hidroambientales en una zona de llanura de la provincia de Buenos Aires

**/ CITEC / ..... 69**  
 Desarrollo de procesos destinados a minimizar el impacto ambiental de las curtiembres de la provincia de Buenos Aires

PÁGINA | 83 |

**RESÚMENES DE TRABAJOS PRESENTADOS EN EL CUARTO CONGRESO****/ LAL / ..... 85**

Evaluación de impacto acústico en la salud de personas expuestas a ruido industrial. Estudio integrante del PIO “Estrategias para la gestión integral del territorio”

**/ IIPAS / ..... 87**

Rastrojo de maíz: producción teórica de etanol lignocelulósico en relación a la fecha de siembra

**/ LABEA / ..... 89**

Investigación, transferencia tecnológica y extensión, motores del desarrollo de la apicultura en el sudoeste bonaerense

**/ ITT / ..... 91**

*Machine Learning* aplicado a *Remote Sensing*: aplicaciones en gobernanza digital para el desarrollo sustentable

**/ IIT&E / ..... 93**

Competencias de egreso en ingeniería y requerimientos del sector metalmecánico del conurbano bonaerense: determinación de índices de adecuación y de desarrollo en el mediano plazo

**/ CEIPIL / ..... 95**

El abordaje de las migraciones en contextos subnacionales como marco para comprender la implementación de políticas migratorias. El caso del municipio de General Pueyrredón

**/ IDI-UNNOBA / ..... 97**

Redes de vinculación para el desarrollo de la sustentabilidad en la región NOBA

**/ CIDEFI / ..... 99**

Cambio en la sensibilidad al fungicida tebuconazol en las poblaciones de *Zymoseptoria tritici*, patógeno de la septoriosis de la hoja del trigo

<b>/ CGAMA /</b> .....	<b>101</b>
Causas del deterioro prematuro de pavimentos de hormigón de la ciudad de Bahía Blanca y rutas de acceso. Su relación con la franja capilar	
<b>/ CEDECOR /</b> .....	<b>103</b>
Remoción de plaguicidas MCPA e Imazapic de solución acuosa con materiales carbonosos	
<b>/ CESGI /</b> .....	<b>105</b>
Visibilidad de sitios institucionales y su producción. Los casos de la CIC y la UNLP: interoperabilidad de centros con los repositorios CIC Digital y SEDICI	
<b>/ LEMIT /</b> .....	<b>107</b>
Hormigones reciclados: una alternativa para el desarrollo sustentable	
<b>/ CIVETAN /</b> .....	<b>109</b>
Síndrome urémico hemolítico: eco-epidemiología del enemigo que afecta la seguridad alimentaria	
<b>/ IIB-INTECH /</b> .....	<b>111</b>
Proyecto para evaluar la generación de biogás a partir de los desechos de biomasa (sustrato gastado) de la producción de hongos comestibles	
<b>/ CIPROVE /</b> .....	<b>113</b>
Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y del mecanismo de interacción con membranas biológicas de surfactantes derivados de arginina	
<b>/ LISSI y III-LIDI /</b> .....	<b>115</b>
Herramientas para el desarrollo y la entrega de servicios públicos digitales de acción social para municipios bonaerenses	
<b>/ LIOMM /</b> .....	<b>117</b>
Laboratorio de Investigaciones en Osteopatías y Metabolismo Mineral: un enfoque multidisciplinario para el tratamiento de osteopatías de origen metabólico	
<b>/ ECIENTEC /</b> .....	<b>119</b>
Perspectivas disciplinar y cognitiva de la integración de simulaciones en la educación en Física	

<b>/ PLADEMA /</b> .....	<b>121</b>
Análisis de video y clasificación de objetos en una plataforma de vigilancia de código abierto utilizando procesamiento diferido	
<b>/ LINTA /</b> .....	<b>123</b>
Instrumentos de gestión territorial en el marco de los nuevos paradigmas internacionales y su aplicación en la provincia de Buenos Aires	
<b>/ LIFIA /</b> .....	<b>125</b>
Cientópolis: motorizando la ciencia ciudadana	
<b>/ LIDTUA /</b> .....	<b>127</b>
Detección de contaminantes en acuíferos mediante el método geoelectrico: gráficos de sensibilidad como herramienta para la elección de un dispositivo electrónico apropiado	
<b>/ CEREN /</b> .....	<b>129</b>
Evaluación de las condiciones del cuidado doméstico y extradoméstico, estado nutricional y desarrollo infantil en el distrito de Ensenada	
<b>/ CEDETS /</b> .....	<b>131</b>
El CEDETS y un caso a escala de desarrollo local	

## LA CIC: ORGULLO DE TODOS LOS BONAERENSES

Los bonaerenses sentimos orgullo por la tarea y el rol de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC), que nos posiciona como la única provincia del país que cuenta con un organismo de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), de sus características.

En ese marco, el 1 de septiembre celebramos el 4.º Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la CIC bajo el lema “El conocimiento: herramienta insoslayable para el desarrollo”, en la sede de la Universidad Nacional de Quilmes, con la numerosa participación de miembros de la comunidad científica, investigadores, docentes y estudiantes.

La oportunidad fue propicia para destacar una vez más el acompañamiento y la apertura de toda la comunidad científica: gracias a sus aportes podemos hacer y estar en el territorio, reparando los problemas cotidianos de la gente.

En el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI) trabajamos para reposicionar a la CIC a través de la aplicación del conocimiento y la innovación, revalorando sus 61 años de historia, su capital humano y sus ofertas tecnológicas para asistir a las distintas áreas de gobierno en beneficio de los bonaerenses.

Desde el inicio de nuestra gestión, la CIC, como brazo ejecutor de las políticas definidas con el Ejecutivo que encabeza María Eugenia Vidal, busca profundizar los alcances de la investigación científica, tecnológica y de innovación que nos permite aportar soluciones concretas al conjunto de la sociedad.

En el fortalecido Sistema Científico y Tecnológico bonaerense que la CIC integra junto con organismos de I+D nacionales (CONICET, CNEA, CONEA, INTI, INTA, entre otros) y universidades, se encuentran las respuestas a las innumerables dificultades que se presentan e identifican en la provincia.

En ese contexto, cabe destacar, entre otros, el desarrollo del Sistema Inteligente de Monitoreo, Prevención y Análisis de Riesgos Hidrometeorológicos (SIMPARGH), que posibilita el seguimiento de eventos climáticos en tiempo real, como así también la detección temprana de inunda-



Ing. Jorge ELUSTONDO

ciones y sequías. El sistema ya se encuentra funcionando en las ciudades de Salto, Junín, San Antonio de Areco y General Villegas, que están entre las más perjudicadas por las inundaciones crónicas en la región.

Otro ejemplo de transferencia tecnológica a la sociedad es el avance de la Municipalidad de Gonzales Chaves con el Laboratorio de Acústica y Luminotecnia (LAL) en un proyecto que posibilitaría reemplazar el tendido público eléctrico tradicional por modernas lámparas led.

En estos últimos dos años, el conjunto de Centros de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) propios y asociados con universidades, CONICET y municipios, que constituyen el núcleo fundamental de la estructura de la CIC, fue enriquecido con la incorporación de 27 nuevos centros asociados de simple dependencia correspondientes a 9 universidades con sede en la provincia de Buenos Aires.

Así, el total de centros de I+D+i se incrementó a 53, con más de 2000 investigadores, becarios y personal de apoyo involucrados. También se firmaron convenios de cooperación con universidades públicas nacionales con sede en territorio provincial y con universidades privadas.

Al mismo tiempo se creó la figura de investigador asociado con universidades, se aprobaron 80 cupos correspondientes a 14 universidades y se concretaron los 23 ingresos pendientes de 2014 y 2015 a la carrera del investigador.

Paralelamente, se entregaron más de 300 becas de entrenamiento, doctorales de estudio y de perfeccionamiento para promover la vocación científica, y se crearon las becas posdoctorales CIC, que fueron otorgadas a quienes tenían designaciones pendientes de ingreso a la carrera del investigador.



**ING. JORGE ELUSTONDO**

*Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación  
Provincia de Buenos Aires*

## LA CIENCIA SIRVE

El sistema científico se nutre y adquiere sentido cuando sus conocimientos, puestos al servicio de la comunidad, contribuyen a resolver los problemas y mejorar la vida de las personas.

El 4.º Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires bajo el lema “El conocimiento: herramienta insoslayable para el desarrollo”, llevado a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional de Quilmes, vino a consolidar un fructífero y necesario espacio de interacción donde mujeres y hombres de ciencia intercambian saberes, divulgan sus hallazgos y entran en contacto directo con la ciudadanía. Este tipo de encuentros adquiere, por tanto, esencial relevancia a la luz de esa concepción de la ciencia como instrumento estratégico de progreso y bienestar.

La jerarquización del área de ciencia y tecnología en el ámbito bonaerense nos ofrece una oportunidad histórica que no debemos desaprovechar. En este contexto, los actores del sistema científico y tecnológico tenemos la obligación de estar preparados para contribuir con información relevante que oriente a los responsables de la esfera política de conducción del Estado a adoptar las medidas más pertinentes y oportunas que sirvan a la resolución de los problemas. Ese es el sentido de la definición de los tres ejes temáticos que guían nuestra tarea en esta etapa: energía, agua y ambiente. Es el compromiso que asumimos ante la sociedad.

El material que aquí compendiamos es resultado de los trabajos presentados por los centros que integran la CIC, algunos de los cuales fueron premiados en el congreso. Es la mejor carta de presentación de una entidad con una historia de seis décadas, construida con la dedicación y el esfuerzo que día a día realizan cientos de investigadores a lo largo del territorio bonaerense.

Con la edición de estos trabajos, retomamos la tradición de publicación de las investigaciones producidas por los científicos de la provincia, principal patrimonio institucional.



Ing. Pablo ROMANAZZI

**ING. PABLO ROMANAZZI**

*Presidente de la Comisión de Investigaciones Científicas*



## LA GRAN VENTANA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA BONAERENSE

El 4.º Congreso Internacional Científico y Tecnológico organizado por la Comisión de Investigaciones Científicas trajo interesantes novedades.

El evento, que tuvo lugar el 1 de septiembre de 2017 en la Universidad Nacional de Quilmes, se desarrolló por primera vez en el Gran Buenos Aires y fue el primero en mostrar una sinergia significativa con el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación provincial, bajo cuya órbita se encuentra esta Comisión.

A tales novedades se les sumaron otras también muy importantes. Una de ellas estuvo relacionada con el formato de exposición de trabajos. Por decisión del presidente de la CIC, Pablo Romanazzi, se realizó una muestra de los principales trabajos de investigación –a modo de ponencia, acompañada de un resumen en formato póster– de cada uno de los centros propios y asociados. Justamente, esa selección de trabajos constituye el eje central de esta publicación.

Asimismo, el encuentro sirvió para profundizar el compromiso de comunicar la producción científica de los centros, dado que cinco de esos trabajos fueron seleccionados para exposición oral de los investigadores a cargo de esos estudios, algo inédito respecto de anteriores congresos.

Válido es destacar esos trabajos, como es el caso del artículo del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) titulado “Estudios de procesos hidroambientales en una zona de llanura de la provincia de Buenos Aires”, expuesto por el Dr. Guillermo Collazos; el del Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE), denominado “Manejo del recurso hídrico subterráneo en áreas urbanas de la provincia de Buenos Aires”, presentado por el Dr. Eduardo Kruse; el seleccionado por el Instituto

Multidisciplinario de Biología Celular (IMBICE) y registrado como “Estudio multidisciplinario de enfermedades crónicas relacionadas con desarreglos en el peso corporal de origen multifactorial y de relevancia regional y nacional”, a cargo del Dr. Mario Perelló; el proyecto “Desarrollo de procesos destinados a minimizar el impacto ambiental de las curtiembres de la provincia de Buenos Aires”, correspondiente al Centro de Investigación y Tecnología del Cuero (CITEC), divulgado por la Lic. Betina Galarza; y el trabajo del Centro de Investigaciones en Metrología y Calidad (CEMECA), que lleva el título: “Energía solar térmica de concentración, tecnología eficiente, sustentable y gestionable en la República Argentina”, que tuvo como disertante al licenciado Luis Martorelli, director del centro.

En tanto, la comunidad científica en general, a través de sus becarios y, también por primera vez, por medio de sus investigadores y personal de apoyo, aportó cerca de un centenar de ponencias sobre distintas disciplinas y líneas de investigación. Cada uno de esos trabajos debió superar la rigurosa evaluación de un comité académico especial del congreso.

Otro proceso de examinación tuvo lugar con respecto a la selección de postulantes para el premio anual a distintas propuestas científicas que, en esta ocasión, se denominó “Ciencia, Tecnología e Innovación 2017”, entregado sobre el cierre del encuentro.

Oportuno es dejar documentado tal reconocimiento a Juan Pablo Matta, para el área de Ciencias Sociales y Humanas; Eduardo Kruse, para el área de Geología, Minería e Hidrología; Luciana Gavernet, para Física, Matemáticas, Química y Astronomía; Raúl Campos y Joaquín Cochero, para Ciencias Biológicas, Ambiente y Salud; y Javier Amalvy para el área de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología.

## CONFERENCIAS

Para la edición 2017 del congreso, la CIC y el Ministerio postularon como ejes temáticos prioritarios en las líneas de investigación al agua, la energía y el ambiente. Con ese encuadre se gestaron las convocatorias académicas.

En una exigente y apretada reseña, cabe destacar las conferencias inaugural y magistrales del Dr. Jorge Rabassa, licenciado en Geología y doctor en Ciencias Naturales (UNLP) e investigador superior del CONICET, quien disertó sobre el “Calentamiento global y retroceso de los glaciares”, y de la Dra. Ana María Girardelli, directora del Hospital de Toxicología y Salud Mental de La Plata, quien expuso sobre “Patología ambiental”.

Por su parte, la diputada provincial Rocío Antinori, quien trabaja en la Legislatura sobre cuestiones relacionadas con las energías renovables y la promoción de las economías regionales, interiorizó a los asistentes sobre “Energías Renovables: una apuesta al futuro”. En la misma sesión, el licenciado Martorelli dio un panorama sobre “Plantas solares térmicas de concentración sustentable y gestionables en la Argentina”.

Asimismo, se realizó el simposio sobre “La Investigación Científica en la Práctica Forense”, integrado por las Dras. Lidia Beatriz Arbeletche de Vidal Rioja, del Instituto Multidisciplinario de Biología Celular, quien disertó sobre Genética Forense; Cecilia Tranchida, de la UNLP, quien abordó la temática desde una línea novedosa, la Micología Forense; Susana Salceda, de la UNLP, quien lo hizo desde la perspectiva de la Antropología Forense; y Roxana Mariani, de la UNLP, quien hizo su aporte desde la Entomología Forense. La coordinación estuvo a cargo de la Dra. Marta Cabello, investigadora de la CIC.

## MUESTRA CIENTÍFICA

En forma simultánea a las disertaciones, se realizó la muestra anual de centros de investigación propios y asociados de la CIC, con la participa-

ción de 35 de ellos, en las más variadas disciplinas tales como Ciencias Veterinarias, Agronomía, Informática, Hidrología, Ambiente, Arquitectura, Energía, Construcción, Química, Audio y Luminotecnia, entre tantas otras. La muestra se desarrolló con importante capital humano a cargo de las demostraciones de experiencias interactivas. En ese sentido, se debe resaltar la presencia de investigadores y becarios de La Plata, Tandil, Mar del Plata, Azul, Olavarría, Junín y Bahía Blanca, por citar algunos de los distritos donde tienen base los distintos laboratorios.

## RESPALDO

En el 4.º Congreso Internacional Científico y Tecnológico, el presidente de la CIC estuvo acompañado por el ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación provincial, Ing. Jorge Elustondo; el presidente de la Universidad Nacional de La Plata, Lic. Raúl Perdomo; el rector de la Universidad de Quilmes, Dr. Alejandro Villar; y el intendente del partido de Quilmes, Martiniano Molina, quien declaró el evento de interés cultural. Cabe agregar al respecto que el congreso también fue declarado de interés legislativo por las cámaras provinciales de Senadores y Diputados.

Participaron, asimismo, los subsecretarios de Articulación, Ing. Alberto Torres; de Gestión y Difusión del Conocimiento, Lic. Mateo Niro; y de Tecnología, Lic. Fernando Lapolla, como así también los integrantes del Directorio, los Dres. Carlos Rossi y Guillermo Tamarit, y el Ing. Osvaldo Agamennoni, entre otras autoridades.

El congreso se desarrolló bajo el lema “El conocimiento: herramienta insoslayable para el desarrollo” y se configuró, tal cual se lo había promocionado, como “una ventana para aprender sobre los saberes de nuestros científicos bonaerenses”. Fue el fruto de un trabajo en equipo que incluyó a especialistas académicos, científicos, funcionarios y empleados de la Comisión y del Ministerio, con un importante despliegue, y que invita a repasar y dimensionar nuestra producción de oferta científica y tecnológica destinada a dar soluciones concretas a las demandas de la sociedad.



---

**TRABAJOS ESPECIALMENTE  
SELECCIONADOS  
PARA EXPOSICIÓN ORAL**

---





## ESTUDIO MULTIDISCIPLINARIO DE ENFERMEDADES CRÓNICAS RELACIONADAS CON DESARREGLOS EN EL PESO CORPORAL DE ORIGEN MULTIFACTORIAL Y DE RELEVANCIA REGIONAL Y NACIONAL

M. Perelló, C. Sala, S. S. Rodríguez, G. L. Vigo, C. I. Catanesi, J. Lacunza, B. Tosti, M. R. Santos, M. V. Cuello, L. R. Aguilar, G. García Romero, J. Raingo, C. M. Bravi, L. B. Arbeletche, S. E. Gambaro, M. Uriarte Donati, A. Portales, G. Fernández, F. Barrile, M. P. Cornejo, E. R. Mustafá, S. A. Trejo, D. M. Hohl, G. Di Santo Meztler, D. C. Castrogiovanni, A. Alzamendi, A. Cabral, C. I. Mc Carthy, P. Paz, M. Anello, M. A. Rey, G. Bailliet, M. J. Tolosa, M. G. Zubiría, F. Di Rocco, V. Martínez Damonte, M. Muzzio, A. Giovambattista, V. Baliño, S. Noo Bermúdez, P. N. De Francesco, M. S. Daverio, I. Miguel, E. Cálcena, S. Cordisco Gonzáles, D. Lufrano, M. Reynaldo, D. C. Rodríguez Golpe, A. E. Harnichar, R. Llovera, M. B. Silbestro, J. B. Martínez, J. M. Parisi, M. R. Ermácora, A. Fernández, V. Garrido, J. Hernández, M. Dalieri.\*

Instituto Multidisciplinario de Biología Celular (IMBICE)  
secretaria@imbice.gov.ar

### RESUMEN

*La obesidad es un trastorno multifactorial que incluye predisposición genética y la exposición a un ambiente obesogénico. La obesidad infantil ha aumentado drásticamente en los últimos años, lo que representa un problema para la salud pública. El desconocimiento de factores genéticos predictivos sobre la susceptibilidad individual y la falta de biomarcadores para objetivar el estado nutricional de los pacientes dificultan el abordaje médico de esta problemática. A través del proyecto de Fortalecimiento de Centros CIC, se propone hallar biomarcadores hormonales y genéticos que puedan brindar utilidad clínica en pacientes infanto-juveniles con desórdenes del peso corporal. Aún no hemos estudiado muestras de los pacientes ya que aguardamos la aprobación del Comité Institucional de Revisión de Protocolos de Investigación del Hospital de Niños. Entretanto, hemos usado la técnica de High Resolution Melting para analizar en muestras de la Argentina algunas variantes de marcadores genéticos conocidos que han sido previamente asociados a la obesidad en otras poblaciones. Gracias a este estudio ya contamos con las muestras controles a través de las cuales se podrán identificar los genotipos de los pacientes participantes del proyecto. Por otro lado, actualmente estamos trabajando en el desarrollo de métodos de la valoración hormonal y en la caracterización de nuevos marcadores circulantes.*

**Palabras clave:** obesidad infantil, ghrelina, adipoquinas, polimorfismos genéticos.

\* IMBICE: M. Perelló: marioperello@imbice.gov.ar, C. Sala, S. S. Rodríguez, G. L. Vigo, C. I. Catanesi, J. Lacunza, B. Tosti, M. R. Santos, M. V. Cuello, L. R. Aguilar, G. García Romero, J. Raingo, C. M. Bravi, L. B. Arbeletche, S. E. Gambaro, M. Uriarte Donati, A. Portales, G. Fernández, F. Barrile, M. P. Cornejo, E. R. Mustafá, S. A. Trejo, D. M. Hohl, G. Di Santo Meztler, D. C. Castrogiovanni, A. Alzamendi, A. Cabral, C. I. Mc Carthy, P. Paz, M. Anello, M. A. Rey, G. Bailliet, M. J. Tolosa, M. G. Zubiría, F. Di Rocco, V. Martínez Damonte, M. Muzzio, A. Giovambattista, V. Baliño, S. Noo Bermúdez, P. N. De Francesco, M. S. Daverio, I. Miguel, E. Cálcena, S. Cordisco Gonzáles, D. Lufrano, M. Reynaldo, D. C. Rodríguez Golpe, A. E. Arnichar, R. Llovera, M. B. Silbestro, J. B. Martínez, J. M. Parisi, M. R. Ermácora.

En colaboración con el Servicio de Nutrición y Dietoterapia. Unidad de Trastornos Alimentarios. Hospital de Niños "Sor María Ludovica": Dra. A. Fernández: adrianafernandezlp@gmail.com, V. Garrido, J. Hernández, M. Dalieri.



## INTRODUCCIÓN

La obesidad infanto-juvenil se ha convertido en una enorme preocupación de los sistemas mundiales de salud en las últimas décadas. Según la Organización Mundial de la Salud, 43 millones de niños preescolares presentaron sobrepeso u obesidad en el año 2010 y se estima que habrá 70 millones de niños preescolares en esa situación en el año 2025. Según la misma fuente, 170 millones de niños menores de 18 años presentaron sobrepeso u obesidad en el año 2016. En la Argentina, la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud del año 2007 indicó que la prevalencia de obesidad y de sobrepeso en niños de entre 6 y 60 meses fue de 10 % y 32 %, respectivamente. Se estima que el 85 % de los niños obesos resulta en adultos obesos, lo que representa un claro factor de riesgo de morbilidad y mortalidad en la adultez. Estos indicadores pronostican que, de no corregirse la prevalencia de la obesidad infantil, las generaciones de jóvenes actuales tendrán una expectativa de vida menor que sus antecesoras.

La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad infantil es el desequilibrio entre la ingesta y el gasto calórico. En esta ecuación se conjugan diversos factores tanto biológicos, como culturales y económicos, que transforman esta alteración del peso corporal en un problema multifactorial de abordaje complejo que sigue aumentando a ritmo alarmante. En este proyecto, proponemos estudiar tres aspectos diferentes pero relacionados de la obesidad infantil para generar nuevos biomarcadores genéticos y neuroendocrinos útiles para el diagnóstico diferencial y el tratamiento personalizado de los pacientes. En particular:

1- Manejar el régimen dietario de la población infanto-juvenil es particularmente complejo porque la ingesta de nutrientes y calorías debe encontrarse en un nivel adecuado para garantizar el crecimiento y desarrollo del organismo sin favorecer la obesidad. La hormona ghrelina controla no solo el apetito sino también la secreción de la hormona de crecimiento; así, parte de nuestros esfuerzos estarán focalizados en estudiar esta hormona y determinar si su nivel plasmático y el de sus formas derivadas pueden ser de utilidad como biomarcadores en el manejo de pacientes.

2- El tejido adiposo cumple un rol esencial en la homeostasis energética del organismo, no solo por su función como reservorio energético sino por la capacidad de producir un conjunto de moléculas denominadas adipoquinas que intervienen en la regulación del balance energético. Parte de nuestras actividades se destinarán a explorar el uso de algunas adipoquinas como biomarcadores del tipo de tejido adiposo y las alteraciones metabólicas de los pacientes.

3- La carga genética de un individuo es un factor importante en la susceptibilidad a la obesidad; así, ciertas variantes genéticas generan propensión o resistencia a su desarrollo. Las frecuencias de estas variantes genéticas en los niños obesos de nuestro país no son conocidas. Esta información no solo es importante desde el punto de vista poblacional sino también a nivel individual porque ayudaría a concentrar el tratamiento de estos niños en aspectos específicos del trastorno. En los siguientes párrafos se profundiza cada uno de los temas de estudio abarcados en esta propuesta.

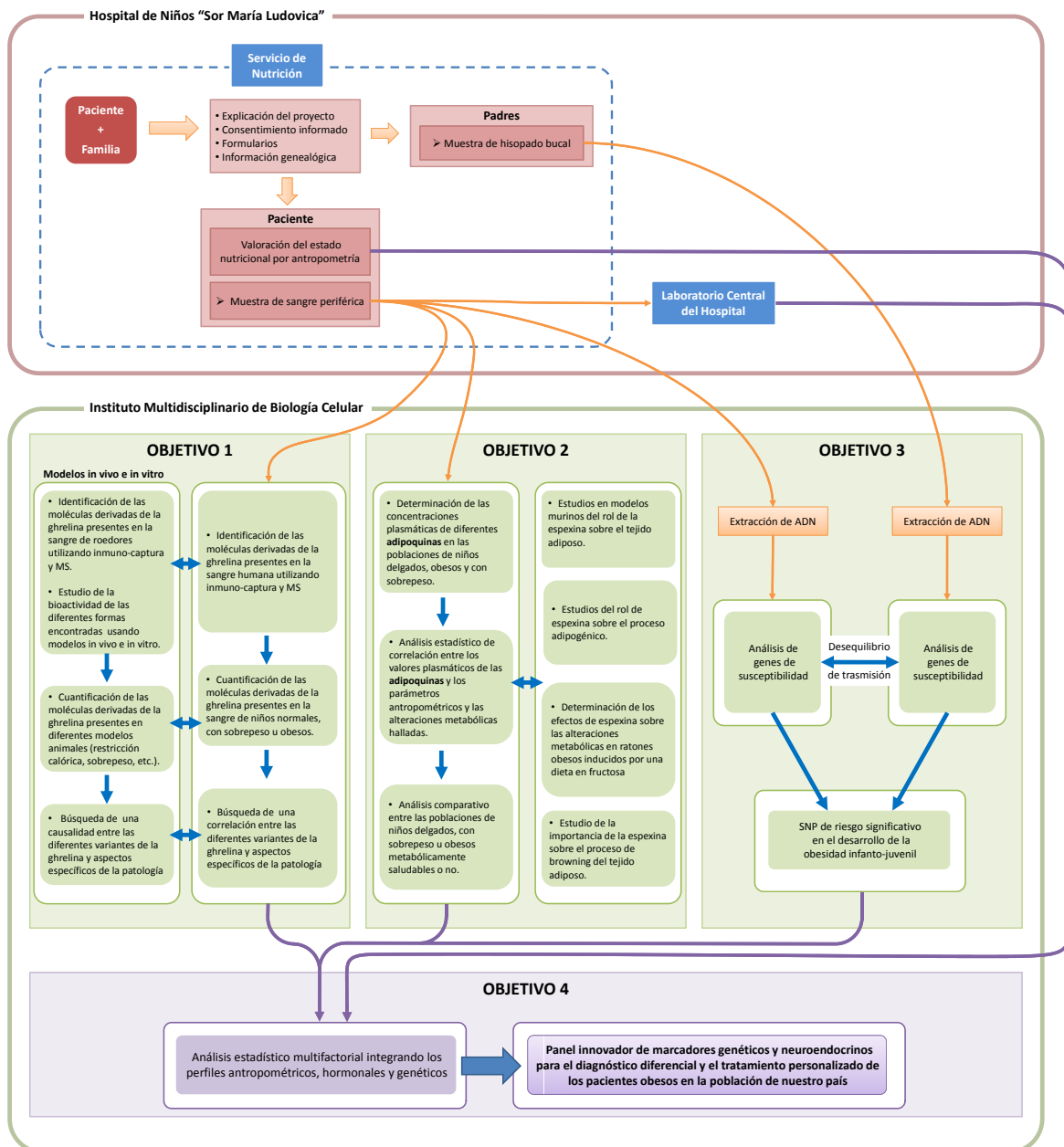
## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**Objetivo 1:** explorar el uso de las variantes moleculares de la ghrelina plasmática como biomarcadores de utilidad clínica en el manejo de pacientes infanto-juveniles con desórdenes del peso corporal o de la alimentación.

**Objetivo 2:** estudiar los niveles de varias adipoquinas en niños no-obesos y obesos y determinar si estas medidas permiten subagrupar a la población con obesidad infantil en relación a su respuesta al tratamiento y recaídas posteriores.

**Objetivo 3:** caracterizar variantes de genes que incrementan la susceptibilidad al desarrollo de alteraciones del peso corporal en niños obesos y las mutaciones que causan obesidad monogénica para utilizar esta información en el desarrollo de paneles genéticos de utilidad clínica en nuestro país.

**Objetivo 4:** realizar un análisis estadístico multifactorial integrando los perfiles antropométricos, hormonales y genéticos con el fin de identificar un panel innovador de marcadores genéticos y neuroendocrinos para el diagnóstico diferencial y el tratamiento personalizado de los pacientes obesos en la población infanto-juvenil argentina.



## METODOLOGÍA

El Servicio de Nutrición del Hospital de Niños de La Plata admite alrededor de 100-150 niños y adolescentes al año con diagnóstico de sobrepeso u obesidad, que llegan en forma espontánea o derivados por otros servicios del mismo hospital u otros hospitales de la provincia de Buenos Aires, ya que es centro de referencia provincial. Se incluyen como criterios de derivación aquellos pacientes que en seis meses no han mejorado con las indicaciones del pediatra, pacientes con obesidad y complicaciones médicas o con sospecha de complicaciones metabólicas, pacientes con índice de masa corporal (IMC) igual o mayor al percentilo 95 y pacientes que registren un aumento del IMC de más de dos puntos en un año. El aumento del IMC es el único parámetro diagnóstico consensuado internacionalmente y el más utilizado para determinar obesidad en niños. En este proyecto se utilizará como herramienta diagnóstica de obesidad las nuevas curvas de IMC de la Organización Mundial de la Salud. Los niños se clasificarán como obesos si se encuentran por encima del percentil 95 o con sobrepeso si están entre el percentil 85 y el 95, según la edad y el sexo. Además, se contará con un grupo de niños controles. El proyecto ya se ha presentado al Comité Institucional de Revisión de Protocolos de Investigación (CIRPI) de la unidad hospitalaria participante para su aprobación. El proyecto será explicado a los potenciales participantes, quienes expresarán su voluntad de participar a través de la firma del consentimiento informado. Dichos consentimientos serán almacenados en el Servicio de Nutrición y las muestras serán codificadas para lograr su anonimidad durante el análisis. Al ingresar al estudio, se obtendrá sangre periférica de los pacientes y saliva de los progenitores. La sangre periférica se centrifugará para obtener glóbulos blancos que se utilizarán para obtener el ADN y el plasma. Parte del plasma se utilizará para realizar los objetivos 1 y 2, y el resto se empleará para dosajes de parámetros metabólicos y endocrinos estándar en el laboratorio central del hospital, como glucemia, perfil lipídico, insulina, hormonas tiroideas, etc. Las muestras de saliva de los padres de los pacientes también se utilizarán para obtener ADN. Además, se recolectará sangre de una población de niños con IMC normal, parámetros menores al percentil 85 para su edad, que se utilizarán como grupo control para los objetivos 1 y 2, ya que no existen valores de referencia en niños para la ghrelina o las adipocinas que se determinarán en este proyecto. Con los datos de laboratorio, se identificará a los individuos con sobrepeso u obesos que ya han desarrollado alguna o varias de las alteraciones asociadas a la obesidad, lo que nos permitirá diferenciar entre los niños obesos metabólicamente saludables y los que no. El Servicio de Nutrición realizará la recolección de datos de antecedentes familiares, como obesidad, diabetes mellitus, hipertensión, etc.; a los pacientes se les efectuará un examen físico y, a su vez, se recolectarán datos, como hábitos alimentarios, enfermedades padecidas, toma de medicamentos, datos de laboratorio, etc. Los pacientes son normalmente atendidos en el Servicio de Nutrición durante años y en este período se hace no solo su seguimiento clínico sino que se toman nuevas muestras de sangre para evaluar distintos parámetros endocrino-metabólicos; dichas muestras serán también utilizadas para su estudio en el IMBICE. Finalmente, es importante mencionar que en el futuro planeamos obtener muestras de ADN de pacientes obesos y sus padres, de otras áreas del país, con el objetivo de realizar estudios en diferentes poblaciones de Argentina. En este sentido, ya están muy avanzadas las negociaciones con la unidad de Genética Médica del centro materno infantil Dr. H. Quintana de San Salvador de Jujuy, quienes aportarían un caudal adicional de muestras al estudio.

**Objetivo 1:** los detalles técnicos de las metodologías a utilizar se encuentran detallados en artículos publicados. Para caracterizar las moléculas derivadas de la ghrelina presentes en la sangre de pacientes y de ratones, se usará una técnica de inmuno-captura haciendo uso de nanopartículas ferromagnéticas funcionalizadas con anticuerpos específicos contra la porción N-terminal acilada de ghrelina,

y posteriormente las moléculas inmuno-capturadas se analizarán mediante espectrometría de masas MALDI TOF y nLC-MS. Las moléculas detectadas en muestras biológicas serán sintetizadas y testeadas tanto *in vitro* como *in vivo*. *In vitro* se evaluarán sus actividades en células HEK transfectadas con GHSR mediante técnicas de electrofisiología y microscopía confocal. *In vivo*, dichas moléculas serán administradas a ratones para determinar sus efectos comportamentales: por ejemplo, ingesta de alimento; efecto sobre aspectos hedónicos de la ingesta, metabólicos: por ejemplo, control de la glucemia; y endócrinos: por ejemplo, efecto sobre el eje hipotálamo-hipófiso-adrenal. En el caso de que se encuentren efectos significativos, las mismas moléculas serán estudiadas en ratones deficientes de GHSR, para corroborar la participación del receptor en el efecto. En forma paralela a estos estudios, se generarán anticuerpos monoclonales contra diferentes segmentos de la ghrelina, los que serán utilizados para desarrollar métodos ELISA específicos para las moléculas derivadas de ghrelina presentes en circulación. Se desarrollarán diferentes formatos de ELISA y magneto-ELISA y tras analizar la sensibilidad y especificidad de estos, se seleccionará el mejor esquema de cuantificación para las formas más relevantes de ghrelina. Estos métodos de dosaje se utilizarán para estudiar estas formas de la ghrelina en pacientes y en modelos experimentales. En el primer caso, se cuantificarán las concentraciones de las moléculas derivadas de la ghrelina presentes en la sangre de niños normales, con sobrepeso u obesos. Posteriormente, se buscarán correlaciones entre las diferentes variantes de la ghrelina y aspectos específicos de la patología inicial o luego del tratamiento –nivel de ingesta absoluta y discriminada por composición en los días previos al dosaje, ganancia de peso, nivel subjetivo de apetito, talla, glucemia, parámetros hormonales, etc.–. Para el análisis estadístico se utilizará el programa SPSS-IBM SPSS Statistics 22, IBM Corp. En el trabajo con ratones se cuantificarán las moléculas derivadas de la ghrelina presentes en ratones macho de la cepa C57BL/6 que habrán sido previamente expuestos a dieta regular o a dieta rica en grasa para promover obesidad. En estos animales se registrarán: a) curvas de crecimiento, b) bioquímica sanguínea, c) ingesta de comida, actividad, consumo de agua y gasto de energía. Para estudiar el control glucémico se emplearán las pruebas de tolerancia a la glucosa o la insulina. En ambos grupos experimentales se determinará, por un lado, si la concentración absoluta y relativa de las distintas formas de la ghrelina se altera y si existe alguna una correlación de dichas concentraciones con los parámetros registrados –metabólicos, endócrinos, etc.–, y, por otro lado, si la sensibilidad de estos animales a las distintas moléculas derivadas de la ghrelina está alterada. Finalmente, se intentará encontrar alguna indicación de causalidad entre las alteraciones de las diferentes variantes de la ghrelina que se encuentren y aspectos específicos de la patología como por ejemplo: cambio de la sensibilidad a la insulina.

**Objetivo 2:** Las adipoquinas a determinar en este proyecto son: 1) leptina y adiponectina como marcadores de la hipertrofia y funcionalidad del adipocito; 2) DLK-1 como indicador de la capacidad adipogénica del TA; 3) A-FABP y espexina, por ser las adipoquinas descritas más recientemente y con un potencial clínico y predictivo. Estas adipoquinas se determinarán por ELISAs comerciales –Leptina R&D DY398, Adiponectina R&D DY1065, A-FABP R&D DY3150, DLK-1 R&D DY1144, IL-10 R&D DY217B, espexina Biomatik Corp.EKC35648–. A partir de los resultados, se realizarán diferentes análisis: se determinará la correlación entre las concentraciones de las diferentes adipoquinas con parámetros como el IMC, peso, circunferencia de cintura, glucosa, insulina y otros valores de laboratorio, absoluto y ajustado por sexo y edad. Por otro lado, se agruparán, como se mencionó anteriormente, en diferentes grupos de niños: delgados, con sobrepeso metabólicamente saludables y no saludables, y obesos metabólicamente saludables y no saludables, para analizar si existen diferencias significativas en los niveles plasmáticos de adipoquinas. Por último, se intentará correlacionar durante el seguimiento de los pacientes en tratamiento los cambios de los parámetros antropométricos y de laboratorio con los niveles de las

diferentes adipoquinas propuestas. Para el análisis estadístico se utilizará el programa SPSS, al igual que se describe en el objetivo 1. Dado el reciente descubrimiento de la espexina en el año 2007, es muy escaso el conocimiento de las acciones de este péptido sobre el desarrollo y la función del tejido adiposo. Aquí proponemos complementar el proyecto con estudios en modelos experimentales. Para ello, realizaremos estudios *in vitro* e *in vivo* utilizando ratones machos de la cepa C57BL/6. En los estudios *in vitro* se evaluará, a partir de los precursores adipocitarios, los efectos de espexina sobre la capacidad de diferenciación de los precursores a adipocitos blancos o beige y de los adipocitos maduros de secretar adipoquinas. Dada la experiencia previa en modelos animales de obesidad causada por consumo de fructosa, se usará un modelo de dieta rica en fructosa para evaluar los cambios de expresión de espexina y los potenciales efectos benéficos de su administración exógena. Por último, se evaluará el rol de espexina sobre el proceso de *browning* del tejido adiposo inducido por la exposición crónica al frío (4 °C).

**Objetivo 3:** se usará ADN de los pacientes y de sus padres para analizar las variantes alélicas de genes candidatos. El método de análisis propuesto es un análisis de tríos –paciente, madre y padre–, que permite evidenciar el desequilibrio de transmisión de alelos de padres a hijos. Este método disminuye el factor de confusión que provoca la estructuración étnica de las poblaciones humanas. Se analizarán variantes genéticas descritas como factores de riesgo para obesidad en poblaciones infanto-juveniles. Se analizarán genes de: 1) la vía de la leptina: LEP, LEPR y las moléculas de señalización JAK2, SOCS3 y STAT3; 2) la vía de la melanocortina: MC4R, los péptidos AGRP y POMC y PCSK1; 3) la vía de la ghrelina: GHRL y GHSR; 4) la vía del péptido similar al glucagón 1 y su receptor GLP1 y GLP1R; 5) la vía del neuropéptido Y y sus receptores NPY1R y NPY5R; 6) la vía de la serotonina: sus receptores HTR2A y GTR2C y la catecol-O-metiltransferasa (COMT) implicada en las vías de señalización de la serotonina, noradrenalina y dopamina; 7) la vía del OPRM1. También, evaluaremos otros genes asociados a cambios del IMC como el TMEM18, GNPDA2 (glucosamina-6-fosfato deaminasa 2), NEGR1, regulador del crecimiento neuronal humano, y los adaptadores proteicos SH2B1, SH2B y el transportador mitocondrial 2 (MTCH2). También estudiaremos los genes relacionados a procesos inflamatorios del tejido adiposo por citoquinas proinflamatorias, interleukina-6 (IL-6, rs1800795, rs2069845) y la proteína C reactiva (CPR, rs1205). Examinaremos las variantes del gen ABCA1 que codifica un transportador de lípidos en exceso desde las células al exterior y que está relacionado con la diferenciación de preadipocitos en adipocitos maduros. Estudiaremos también el gen LIPC, que codifica una lipasa hepática, clave en las vías catabólicas de lipoproteínas, y el gen del receptor gamma activado por el proliferador de peroxisomas (PPAR $\gamma$ ), que regula la diferenciación de los adipocitos y genes del metabolismo lipídico. Algunas de las variantes genéticas propuestas codifican los factores hormonales que se estudiarán en el proyecto, los resultados genéticos se contrastarán con los datos de las variantes antropométricas y los resultados de los dosajes hormonales para identificar la implicancia biológica de dichas variantes y su capacidad de predicción de un perfil determinado de susceptibilidad a la obesidad o síndrome metabólico. Por último, intentaremos identificar casos de obesidad monogénica y de evaluar su prevalencia en la población. Se estudiarán mutaciones en los genes MC4R, LEP, LEPR, POMC y PCSK1. Para ello se secuenciará la región codificante completa de estos genes por el método de Sanger en las muestras de los pacientes. Para los genes de mayor tamaño, como LEPR y PCSK1, la presencia de mutaciones se buscará por la técnica de HRM y luego se confirmarán las variantes halladas por secuenciación del fragmento de interés. Las mutaciones identificadas se tipificarán en los padres mediante HRM utilizando las muestras de pacientes, cuyo genotipo fue determinado por secuenciación, como control. Este estudio se realizará evaluando la historia clínica y las medidas bioquímicas para complementar el diagnóstico. La patogenicidad de nuevas variantes que no hayan sido descritas previamente en la literatura se

determinará utilizando la herramienta web GeneVetter, que permite comparar los casos analizados contra la base de datos de 1000 Genomas –2500 secuencias– y cuantificar la incerteza en el diagnóstico de las variantes causales, teniendo en cuenta además la frecuencia de las mutaciones en poblaciones de distinta ancestría. Los análisis de diversidad genética y el *test* de desviación del equilibrio de Hardy-Weinberg de las frecuencias genotípicas se llevarán a cabo mediante el programa Arlequin versión 3.11. Los tríos compuestos por casos y padres serán analizados en el contexto de un estudio de caso-control pareado por origen étnico. Con estos, se llevarán a cabo los siguientes análisis: a) Análisis no pareado de genotipos de los casos y de los padres. b) Análisis pareado de genotipos de los casos y paternos. c) *Test* de desequilibrio de transmisión y el método de Weinberg para el estudio de asociación genética con genes candidatos. d) *Test* de desequilibrio de transmisión con la que se evalúa la transmisión de alelos desde los padres heterocigotos hacia los hijos. Los análisis de asociación se realizarán utilizando el programa informático: LEM 1.0 y métodos iterativos.

**Objetivo 4:** finalmente, planeamos realizar un análisis estadístico multifactorial retrospectivo integrando diferentes parámetros medidos en los pacientes, como datos antropométricos, dosajes metabólicos y hormonales, carga genética, evolución de peso corporal y respuesta al tratamiento. Este análisis será intrínsecamente complejo porque la muestra no solo es heterogénea desde su origen (pacientes que ingresen al estudio a diferente edad y que se irán sumando a lo largo del tiempo que dura el proyecto), sino que también factores ulteriores, como el tratamiento al que se someta a cada paciente, su respuesta a este, etc., pueden variar dramáticamente en los diferentes casos. Además, el número de muestras de sangre y el tiempo que cada paciente pueda ser monitoreado pueden variar notablemente. Ante este panorama, nuestro objetivo primario es generar una base de datos que compile la información recabada de un número elevado de casos, aspiramos a tener al menos 500 pacientes en los primeros cinco años. Esta base de datos se abocará a generar un Plan de Gestión de Datos, en el marco del cumplimiento de la ley 26899, reglamentada por resolución del MINCYT 753-E/2016, y estará estructurada de manera de facilitar el análisis comparativo de diversos parámetros entre colecciones de cohortes de pacientes agrupados con criterios específicos. Algunos ejemplos plausibles de estas agrupaciones son: varones que bajaron de peso en respuesta al tratamiento dietario frente a varones que no bajaron de peso en respuesta al tratamiento, mujeres con hiperglucemia frente a mujeres con normoglucemia, o grupos de pacientes que poseen diferentes variantes genéticas del MC4R. En estos grupos se buscarán correlaciones ya sea por regresión múltiple o regresión logística dependiendo de las variables analizadas, continuas o no continuas. Otros análisis para realizar incluyen utilizar modelos lineales generalizados que se utilizarán para estimar el efecto de la presencia o ausencia de ciertas variantes genéticas sobre diferentes parámetros monitoreados. *A priori*, es difícil predecir bajo qué criterios serán agrupados los pacientes o qué abordaje estadístico será más apropiado. Para abordar este objetivo, el proyecto cuenta con el invaluable asesoramiento del Dr. López Camelo y de su grupo de trabajo del Departamento de Epidemiología Genética del CEMIC, quienes cuentan con una amplia y reconocida trayectoria en este campo.

## RESULTADOS PRELIMINARES

Respecto al objetivo 1, resultados publicados por otros grupos de investigación y nuestros resultados preliminares sugieren que la ghrelina existe en diferentes formas moleculares. La ghrelina puede sufrir la hidrólisis del grupo octanoilo o la proteólisis (figura 1. A), y en plasma se detectan la versión DAG y versiones aún no identificadas, diferentes a la ghrelina, reconocidas por anticuerpos contra el extremo

N-terminal (figuras 1. B y C). En el IMBICE hemos puesto a punto un efectivo protocolo de inmunocaptura para ghrelina nativa en soluciones que contienen otros péptidos (figura 1. D). Dado que la ghrelina1-11 es una de las candidatas a producirse por proteólisis, comenzamos a estudiar su bioactividad. Encontramos que la ghrelina1-11 se une a GHSR, en forma indistinguible a la unión detectada para la ghrelina intacta (figura 1. E); sin embargo, es menos potente que la ghrelina para inhibir los canales de calcio en un sistema de expresión heterólogo (figura 1. F) y, a diferencia de ghrelina, es inefectiva para estimular el apetito en animales saciados (figura 1. G).

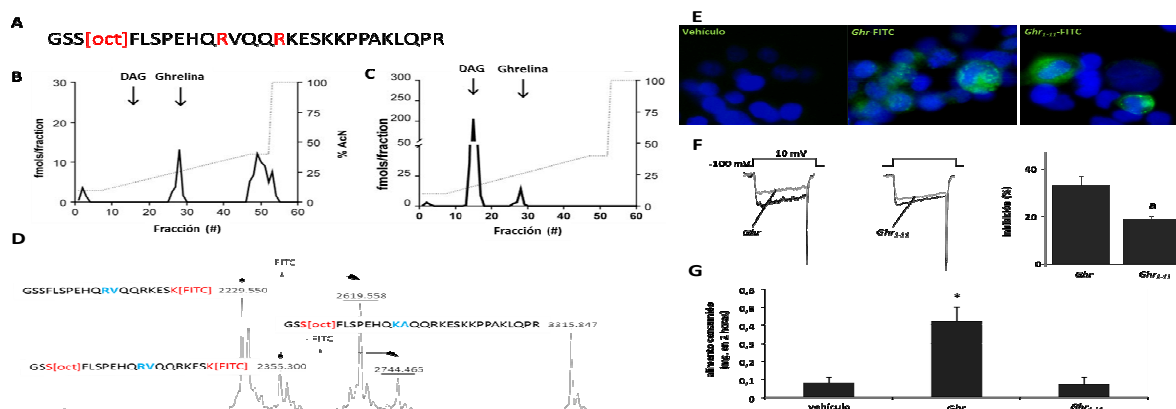


Figura 1. A : Secuencia de ghrelina: en rojo se indican el grupo octanilo y las argininas, las cuales son susceptibles al clivaje. B y C: Perfiles de FPLC de inmunoreactividad contra ghrelina en plasma humano detectados con ensayos contra la porción N- o C-terminal de la ghrelina (Patterson *et al.* 2005). D: Puesta a punto de la inmunocaptura usando un anticuerpo comercial contra la ghrelina. El panel muestra los espectros de MALDI-TOF MS para la mezcla de moléculas a la ghrelina presentes en la premezcla, en estas condiciones la ghrelina fue eficazmente inmunocapturada entre el resto de otras variantes moleculares unidas a FITC. E: Fotografías de células HEK 293T transfectadas con plásmidos que expresan GHSR y luego incubadas en medio de cultivo solo (izquierda), o conteniendo ghrelina fluorescente o ghrelina1-11 fluorescente. F: Corrientes de calcio en células HEK 293T transfectadas con plásmidos que expresan canales de calcio y GHSR y luego expuestas a gradientes de potencial en presencia o en ausencia de ghrelina o ghrelina1-11. G: Ingesta de alimento en respuesta a vehículo, ghrelina o ghrelina1-11 (0,2 µg/g de peso corporal, intraperitoneal). a:  $p < 0,05$  vs. inhibición inducida por ghrelina. \*:  $p < 0,01$  vs. ingesta de alimento en respuesta al vehículo

Respecto al objetivo 3, se desarrollaron los métodos de caracterización de las siguientes variantes que dan susceptibilidad genética al sobrepeso u obesidad en poblaciones infanto-juveniles: GHRL (rs35683), SOCS3 (rs4969170), FTO (rs9939609a), TMEM18 (rs6548238), MC4R (rs17782313), GNPDA2 (rs10938397). Mediante la búsqueda de estos marcadores en las secuencias genómicas obtenidas en 762 cromosomas (381 individuos) de muestras de Argentina, obtuvimos una frecuencia de 0.1063 de la variable C –alelo mutado– del gen TMEM18, mientras que no se encontraron genotipos homocigotas para esta variante. A través del método de RT HRM se han analizado 4 polimorfismos en 25 individuos provenientes del Banco de ADN del Laboratorio de Genética Molecular Poblacional. En los restantes marcadores se evidenciaron genotipos homocigotas para el alelo mutado. En FTO, el alelo mutado estuvo en una frecuencia mayoritaria (72 %). Para GNPDA2, GHRL y SOC3, el alelo mutado fue minoritario: 31 %, 36 % y 48 %, respectivamente. Los genotipos homocigotas para el alelo salvaje fueron mayoritarios para GNPDA2, GHRL y SOC3, y minoritario para FTO. En este último, el genotipo mayoritario (60 %) fue el homocigota portador del alelo mutado. Las muestras estuvieron en equilibrio de H-W para los loci SOCS-3, FTO, GNPDA-2, mientras que GHRL presenta un desvío respecto a dicho equilibrio. En conclusión, la técnica de HRM es un método rápido y eficiente para distinguir variantes en genes asociados a la obesidad.

## CONCLUSIONES

En esta primera etapa del desarrollo del proyecto, hemos realizado algunas determinaciones y estudios tanto en roedores como en muestras humanas procedentes de personas sin obesidad (muestras controles).

Estos nos han permitido concluir que:

- Como primer paso en el desarrollo de sistemas de cuantificación, hemos demostrado que la ghrelina pudo ser inmunocapturada a partir de sistemas complejos.
- Por otro lado, hemos comenzado a caracterizar la ghrelina1-11, una de las candidatas a producirse luego del clivaje de la hormona intacta. Encontramos que la ghrelina1-11 se une a su receptor en forma indistinguible a la unión detectada para la ghrelina intacta. Sin embargo, la ghrelina1-11 es menos potente que la ghrelina para inhibir los canales de calcio en un sistema de expresión heterólogo y, a diferencia de ghrelina, es inefectiva para estimular el apetito en roedores saciados.
- Se obtuvieron tres perfiles de *melting* diferentes para cada uno de los cuatro marcadores analizados con muestras de Argentina.
- Los marcadores hallados que se corresponden con dos genotipos homocigotas y un heterocigota serán utilizados como muestras controles para identificar los genotipos en pacientes del Hospital de Niños.
- Los métodos de la valoración hormonal están en desarrollo.

PATTERSON, M.; MURPHY, K. G.; LE ROUX, C. W.; GHATEI, M. A. y BLOOM, S. R. (2005). "Characterization of Ghrelin-Like Immunoreactivity in Human Plasma". *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, vol. 90, n.º 4, pp. 2205-2211.

## ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE CONCENTRACIÓN, TECNOLOGÍA EFICIENTE, SUSTENTABLE Y GESTIONABLE EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

L. C. Martorelli, D. Panaroni, C. Álvarez Martini, L. Corujo, M. Abal Matos, M. Mujica, F. Cervini\*

Centro de Investigaciones en Metrología y Calidad (CEMECA)  
Laboratorio de Óptica, Calibraciones y Ensayos (LOCE)  
laboratorio@cemecacic.com

### RESUMEN

*El moderno concepto que se aplica hoy a las energías renovables, por el cual estas deben ser eficientes, limpias y gestionables, tiene su máximo exponente en la energía solar térmica de concentración. Este tipo de tecnología solar es la única gestionable las veinticuatro horas continuas, con un 75 % del valor agregado en productos de industria nacional. Se utiliza para ello, el almacenamiento de sales térmicas. Desde el año 2012, la Universidad Nacional de La Plata y la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, a través de sus laboratorios LOCE y CEMECA, vienen desarrollando varios proyectos de I+D+i<sup>1</sup> en generación de energía eléctrica y calor de proceso industrial con esta tecnología. En este trabajo, se muestran los estudios hechos en: diseños experimentales, materiales nacionales, métodos de determinación y medición, áreas de solarimetría accesibles, así como aplicaciones posibles. La Plataforma Solar de Almería, en España, es un centro de desarrollo tecnológico para la investigación de equipos, tecnologías y referencias en estas tecnologías, con el cual la UNLP ha firmado programas de capacitación y formación de recursos humanos, así como un programa específico de la Red CyTED, para el desarrollo de sistemas de energía solar térmica de concentración combinando híbridos con biomasa.*

**Palabras clave:** heliotérmica, plantas solares, ópticas, calor de proceso.

\* Centro de Investigaciones en Metrología y Calidad (CEMECA): L. C. Martorelli, D. Panaroni, C. Álvarez Martini, L. Corujo. Laboratorio de Óptica, Calibraciones y Ensayos (LOCE), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata: L. C. Martorelli, D. Panaroni, M. Abal Matos, M. Mujica, F. Cervini.

<sup>1</sup> Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).



## INTRODUCCIÓN

El Gobierno Nacional ha lanzado el desafío de que la capacidad instalada en energías renovables o sustentables, para finales del año 2017, deberá ser del 8 %, y para el año 2020 del 20 %. Cifras poco probables de alcanzar en las condiciones actuales de desarrollo tecnológico y una casi nula participación de la industria nacional. La política actual, que ha llevado a las licitaciones 2016 y 2017 de RenovAr (Ronda 1.0 y Ronda 1.5), ha destinado alrededor de 1200 MW totales en energía solar para el año 2019 (Saravia, 2007). A pesar de este empuje y de la urgencia de los plazos, hay un fuerte atraso en el desarrollo científico y en el sistema industrial nacional en este tipo de sustentables. De igual manera, no se han establecido programas sistemáticos de formación académica para nuevos profesionales en estos campos. La energía solar térmica de concentración (ESTC), si bien es un área de las renovables con más de treinta años de experimentación a nivel mundial, en nuestro país su desarrollo es demasiado pequeño e incipiente. La industria tendría en estas tecnologías un nuevo campo de crecimiento en formación de recursos humanos y en fuertes aplicaciones en la región de América Latina. Los proyectos de ESTC o heliotérmica que se están desarrollando en ambos laboratorios de la UNLP y la CIC nos permiten determinar que este tipo de energía sustentable es un moderno campo de aplicación que abre nuevas áreas de gestión industrial, recursos humanos, ingeniería de diseño, macroeconomía en renovables, gestionabilidad y especialmente una nula contaminación ambiental al cabo de su ciclo de vida.

## OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar los avances que se han hecho en ESTC, que permiten actualmente evaluar y determinar las posibles zonas de aplicación directa e indirecta de estas tecnologías, en función de la radiación solar existente y la evaluación de los materiales nacionales, tanto de reflexión y de concentración, como de absorción. Otro de los objetivos, es analizar las falencias existentes en la determinación de radiación solar directa en nuestro país y la escasa o casi nula verificación de tecnología posible para el desarrollo de normas técnicas vigentes de aseguramiento de la calidad y de gestión en este tipo de plantas solares.

## HISTORIA

Los primeros diseños teóricos y prácticos con investigaciones novedosas en el desarrollo de equipos propios para la producción de energía eléctrica con esta técnica se remontan a los años 1977 y 1978 con el grupo de Energía Solar de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) (Nicolfis *et al.*, 1978). En aquel momento, se trabajó con superficies ópticas de revolución para unidades habitacionales estándares. Uno de los impulsores más fervientes fue el Dr. Ricardo Platzeck, quien sentó las bases del estudio óptico, el análisis de materiales y capacitación. A pesar de los buenos resultados encontrados, este tipo de tecnología nunca se transfirió al sistema productivo nacional, como sí se hizo en países de la Unión Europea y América del Norte (Greenpeace, 2009).

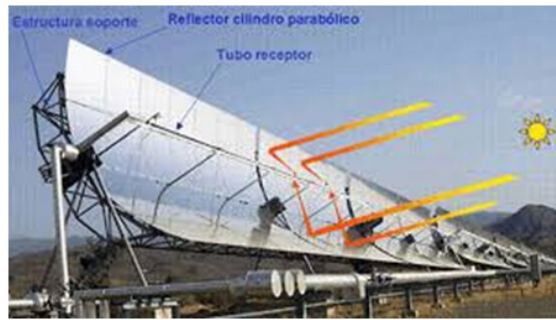


Figura 1. Colector cilíndrico parabólico

La ESTC se divide en cuatro grandes tecnologías basadas en la óptica de concentración (Greenpeace, 2009; Stine y Diver, 1994; Álvarez, 2006): a) sistemas de geometría cilíndrica parabólica (figura 1); b) sistemas de torre (figura 2); c) sistemas facetados de Fresnel; d) parábolas de concentración de foco puntual (figura 3).



Figura 2. Torre solar Gemasolar Sevilla 20 MW

Recién en los años 2008 y 2009 se ha comenzado a experimentar con sistemas ópticos de concentración, tanto Fresnel (Universidad Nacional de Salta), como parabólicos con motor Stirling (Universidad Nacional de la Plata e Instituto Universitario Aeronáutico de Córdoba). Desde el año 2012, la UNLP y la CIC han trabajado en conjunto en diferentes tipos de energía solar térmica de concentración (ESTC) a fin de lograr generación eléctrica y calor de proceso (Quinteros Grijalva, 2008; Venegas, 2009).

Para ello, ambos laboratorios han diseñado, desarrollado y puesto en banco de prueba varios concentradores parabólicos de 1,5 metros a 4 metros de diámetro, utilizando varios sistemas de determinación y verificación en los focos de concentración como son motores Stirling, calorímetros, planos con termocupla (Winston, 1978) (figura 3). Por otro lado, el desarrollo de varios concentradores cilíndricos parabólicos (CCP) de 2 a 24 m<sup>2</sup> (Losada, 2009), acoplados a sistemas híbridos de biomasa, permitirán obtener energía eléctrica por vapor sobrecalentado, que alcanzará temperaturas de entre 300 y 400 °C.

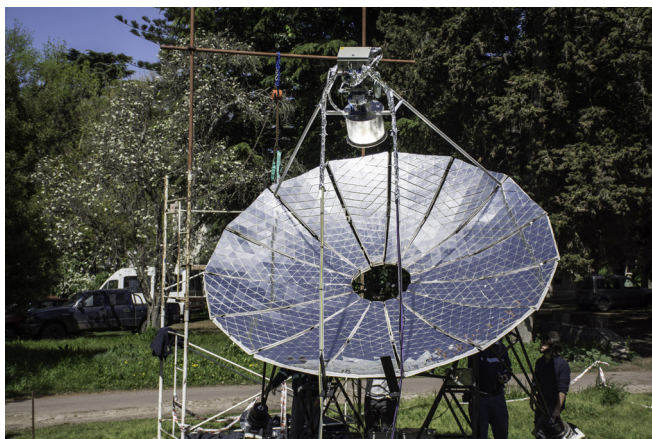


Figura 3. Prototipo de concentrador óptico con motor Stirling. Área colectora 12 m<sup>2</sup> - 5 kW. UNLP-CIC

## METODOLOGÍA

### *Análisis de solarimetría en Argentina*

La instalación de sistemas para el uso de energía solar, cualesquiera sean estos, deberá siempre contar con un específico control y determinación de la solarimetría regional. El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) no posee una distribución completa a lo largo del territorio nacional de valores genuinos y estadísticos sobre solarimetría. En nuestro caso de ESTC, se determina la radiación solar directa (escasas determinaciones). Por el momento, los mapas solares de Argentina se han realizado con aportes del SMN, la Comisión de Nacional de Asuntos Espaciales (CNAE), la NASA, empresas del agro privadas e internacionales y la Universidad Nacional de Luján (UNLu-Gersolar).

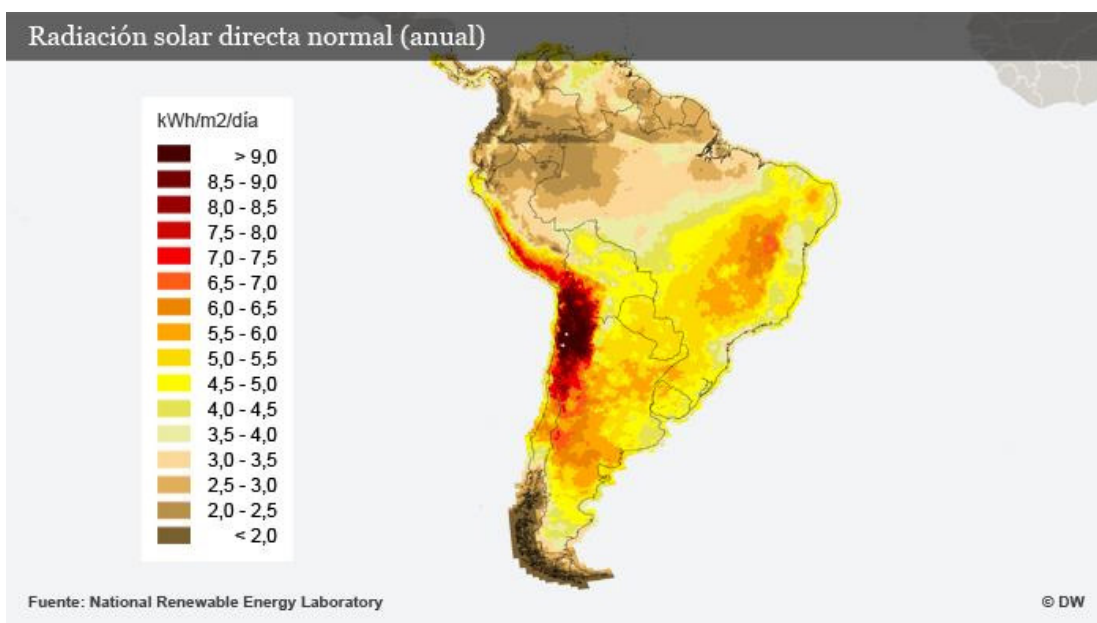


Gráfico 1. Regiones de solarimetría en América del Sur. C Solar 1367 W/m<sup>2</sup>

En el gráfico 1, se observan las zonas de América del Sur con los índices de radiación solar más altos del mundo en Atacama, Jujuy y Salta. Siendo la constante solar  $1367 \text{ W/m}^2$ , en la región de Atacama se han registrado valores del orden de  $1250 \text{ W/m}^2$ . Actualmente en la república de Chile, a través de los programas de generación de energía eléctrica con este tipo de ESTC, se está llevando adelante la construcción de tres plantas solares de torre, que inyectaran a la red una sumatoria de 600 MW. El gráfico 2 muestra el mapa solar de la Argentina, desarrollado en nuestros proyectos durante los años 2015 y 2016, y en la tabla 1 se describen los promedios de radiación existentes en cada zona, determinados estadísticamente aptos para la instalación de diferentes tipos de sistemas de concentración óptica.

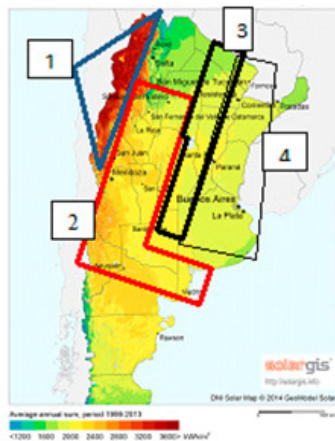


Gráfico 2. Regiones solarimétricas en la República Argentina

Para un serio y preciso estudio en zonas elegidas para este tipo de instalaciones, es determinante realizar un año de mediciones solarimétricas de radiación directa con Pirheliómetros con seguimiento solar automatizado.

Región	Km <sup>2</sup> aprox.	Radiación	Regiones del país
1	150 000	1200 Wh/m <sup>2</sup>	NOA/Cuyo
2	250 000	1000 Wh/m <sup>2</sup>	Centro/Cuyo/Patagonia
3	300 000	850 Wh/m <sup>2</sup>	Centro/NEA
4	300 000	650 Wh/m <sup>2</sup>	Mesopotamia/Región Pampeana

Tabla 1. Distribución aproximada de radiación solar incidente en las cuatro regiones del país

### Determinación del diseño experimental

En todo sistema óptico concentrador, la cónica geométrica está definida por alguna superficie de revolución; las variables principales que deben ser consideradas en el plano focal serán (Ruelas Ruiz *et al.*, 2011; Martorelli, *et al.*, 2013):

- a. Razón de concentración:

$$R_{cr} = A_1/A_2 \quad (1)$$

Donde  $A_1$  es el área del colector principal, y  $A_2$  es el área del plano focal de concentración.

- b. Intensidad de radiación sobre el plano focal:

$$I_f = e \omega I_d(n, \Theta, h) \cdot R_{cr} \quad (2)$$

Donde  $n$  es la fecha en días julianos de observación solar,  $\Theta$  es el ángulo de apartamiento del sol del zenit del lugar y  $h$  es la altura sobre el nivel del mar.

- c.  $I_d$ : valor de la radiación solar directa: es un dato entregado por el sistema meteorológico local o, en su defecto, por un piranómetro colocado en el lugar de detección. En nuestro caso, el Servicio Meteorológico Nacional de Argentina.

- d.  $\omega$ : valor de pérdida por reflexión. Valor que determina la absorbancia y transmitancia de los materiales cristalinos de reflexión.

- e.  $e$ : Valor de absorción de radiación por atmósfera. Este valor está determinado por la altura sobre el nivel del mar y las condiciones de visibilidad solar en tiempo real.

- f. Razón focal del sistema:

$$F = f/D_1 \quad (3)$$

Donde  $D_1$  es el diámetro de apertura colector y  $f$  es la distancia focal del sistema. En aplicaciones de concentración solar con diseños de ópticas de revolución se tiene un valor aceptado para la razón focal comprendido entre:  $0,7 < F < 0,6$ .

- g. Propiedades ópticas y mecánicas del sistema: dependen del tipo de materiales cristalinos reflectivos utilizados y de los errores de movimiento y seguimiento solar de los motores de desplazamiento.

La razón de concentración ( $R_{cr}$ ) de la ecuación 1 determina el factor de energía que se concentrará en el plano focal. Esto definirá tanto el tamaño del receptor acoplado al motor Stirling, para el caso de generación de energía eléctrica, como el plano focal específico para la concentración en el horno solar. La generación de una curva de revolución parabólica o esférica, considerando la ecuación 6 de la razón focal, define el tamaño del plano focal. Este punto es determinante para la relación entre la irradiación en dicho plano y la temperatura deseada para la eficiencia del sistema concentrador.

### ***Determinación de la figura de revolución óptica del prototipo***

Para el caso que nos ocupa, se aplicaron los principios teóricos utilizados en la generación de una cónica de revolución, idénticos a los aplicados en el diseño y construcción de sistemas reflectores ópticos astronómicos (Quinteros Grijalva, 2008). Para ello, evaluando el tamaño del plano focal deseado y las dimensiones geométricas estructurales del concentrador prototipo, definimos  $F \leq 0,70$ . Determinando las variables ópticas descritas, se experimentó con un número dado de superficies cónicas con diámetros entre 1.5 y 5 metros y razones de concentración diferentes según la aplicación de concentración buscada en el foco térmico.

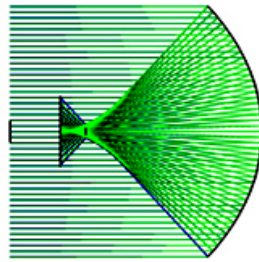


Gráfico 3. Trazado de rayos en el sistema óptico esférico.  $b = 0$

En el gráfico 3, se aprecia la forma de una cónica de revolución parabólica con constante de deformación  $b = -1$ , con la mayor concentración en un plano focal de pequeñas dimensiones, que genera muy altas temperaturas, ideales para el caso de hornos solares. En diámetros mayores a 5 metros, estos sistemas son ideales para ser utilizados en estudios metalúrgicos o calorimétricos, debido a la altísima concentración (tabla 2). Para ello se utilizó un programa de diseño óptico (programa ZEMAX-EE Optical Desing Program 2005) (Martorelli, 2012, 2013).

$D_1 = 1,50 \text{ m}$		$D_1 = 5 \text{ m}$	
$A_1 = 1,80 \text{ m}^2$		$A_1 = 20 \text{ m}^2$	
$D_2 \text{ m}$	$A_2 \text{ m}^2$	$Rc_1$	$Rc_2$
0,12	0,0118	152	1700
0,10	0,0078	257	2564
0,08	0,0050	362	4000
0,06	0,0028	642	7150
0,04	0,0012	1500	16 500

Tabla 2: valores de  $Rcr$ , en función del diámetro del colector  $D_1$  y del plano focal  $D_2$ .  $A_1$  y  $A_2$  áreas

## RESULTADOS

En laboratorio hemos analizado el uso de diferentes tipos de materiales reflectivos para los concentradores, como aceros y aluminios pulidos, películas de polipropileno y polietileno reflectantes y materiales vítreos. Para los prototipos construidos, utilizamos materiales vítreos nacionales, por tres razones:

- a. El bajo deterioro y la alta durabilidad de estos frente al medio ambiente al que están expuestos.
- b. Factor económico positivo en materiales nacionales.
- c. Experiencia con este tipo de elementos del grupo de Energía Solar del LOCE-FCAG-UNLP y CEMECA-CIC.

Por otro lado, los resultados nos permitieron:

1. Buscar los más aptos diseños ópticos de cónica de revolución.
2. Comparar los parámetros de reflexión y transmisión en materiales ópticos.
3. Evaluar y analizar curvas térmicas en los planos tridimensionales de los prototipos construidos (Nicolfis, 2011; Greenpeace 2009).

4. Evaluar la curvatura, flexión y deformaciones de las ópticas de reflexión.
5. Verificar las superficies mecánicas en las monturas de soporte.
6. Aplicar y determinar normativas (Nicolfis, 2011; Greenpeace 2009) nacionales e internacionales en la verificación de eficiencia térmica.
7. Efectuar las comparaciones de concentración térmica focal en función de la época del año.
8. Verificar la energía de concentración en función de la solarimetría local.
9. Diseñar plantas solares de pequeño porte con sistemas híbridos para generación eléctrica o calor de proceso (Ruelas Ruiz, 2011; Martorelli *et al.*, 2013).
10. Capacitar y formar especialistas en la temática ESTC.

## CONCLUSIONES

Los sistemas analizados y desarrollados de ESTC en los programas de la UNLP y CIC han permitido hoy llegar a las siguientes conclusiones:

- La República Argentina no cuenta con mediciones o determinaciones solarimétricas en el campo de la radiación solar directa.
- Los sistemas reflectivos para ESTC utilizan materiales vítreos del tipo cristal, por ser los de mayor eficiencia y durabilidad en el tiempo. Los resultados demuestran que, en Argentina, la industria del vidrio tendría una enorme fuente de aplicaciones (centrales de torre para 20 MW utilizan 350 000 m<sup>2</sup> de vidrio tratado).
- El territorio nacional cuenta con enorme radiación solar en seis provincias de la zona de Cuyo y del NOA, y con cinco más para la combinación con sistemas híbridos utilizados para la generación de calor de proceso industrial (gráfico 2). Una planta de generación de 20 MW de energía eléctrica puede ser perfectamente diseñada, desarrollada y construida en un 80 % con la industria local. Estas plantas además permitirán descentralizar los actuales polos económicos, industriales y poblacionales, al crear nuevas economías regionales hasta 1500 km de la planta solar propiamente dicha.
- Nuestro trabajo se ha centrado, además, en el diseño de una planta solar de torre para 20 MW (20 000 habitantes, figura 4), que se detalla brevemente a continuación:
  - a. Un campo de aproximadamente 350 hectáreas.
  - b. 300 000 m<sup>2</sup> de cristal reflectivo en segunda superficie.
  - c. 320 km de caños acerados de transporte de fluido térmico.
  - d. 30 000 Tm de sales frías (única vez).
  - e. 1000 Tm de hierros acerados para soportes.
  - f. 100 bombas de empuje.
  - g. Dos tanques de 30 000 m<sup>3</sup> para sales frías y calientes.
  - h. Turbina de 20 MW con vapor sobrecalentado.
  - i. 2000 personas para el montaje y 400 para su funcionamiento y mantención. Alrededor de 40 industrias en obra.
  - j. Trabajos sistemáticos: limpieza de los cristales, control del seguimiento solar, control de presión y temperaturas en las cañerías del fluido. Turbina y generación en horas nocturnas.

- k. Tiempo de vida útil, alrededor de 30 años.
- l. Contaminación nula.
- m. Aplicación y verificación de normas en la industria y en los laboratorios de calibraciones y ensayos bajo ISO 17025/IRAM301 en el campo óptico, térmico, eléctrico, de vapor, químico, de seguridad industrial y de ingeniería de diseño.

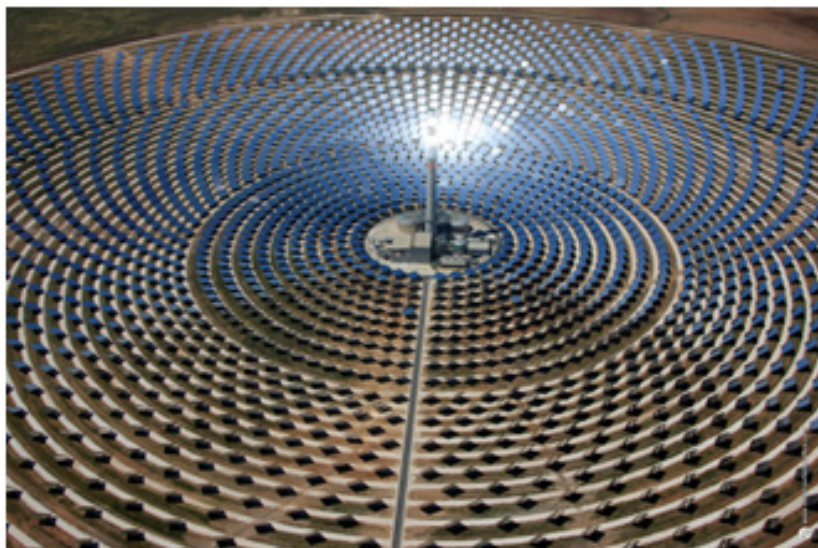


Figura 4. Planta helióstatos para torre solar

Tipo de Planta	Potencia MW	Horas por día (prom.)	Área ocupada	Viviendas beneficiadas	RR. HH. directos e indirectos	Costo en millones U\$S	Vida útil en años
<b>Nuclear Patagonia</b>	1100	24	400 ha	340 000	Alta calidad 2500 a 3000	10 000	20 TC 15
<b>Fotovoltaica Salta. S.A. Cobres</b>	100	14 10 h otros	300 ha Red Inter	33 000	300	150 100	12 TC 2
<b>ESTC-Torre o CCP Fresnel</b>	20 200 a 350	24 24 Híbrido Biomasa	3 Km diámetro 1 ha	7000 Plantas industriales, CALOR DE PROCESO	800 a 2000 50	200 1 A 10	30 TC 3

Tabla 3. Comparación entre plantas de ESTC, nuclear y fotovoltaica

N	Componente	Materia prima	Requisitos específicos	Requisitos de habilidad industrial	Recursos humanos
1-	Soportes o pie de apoyo.	Concreto base de apoyo o pilar.	A definir según modelos.	Equipamiento técnico básico. Instalación estándar.	Personal técnico.
2-	Pilares o pie de apoyo del conjunto.	Acero estándar.	A definir según modelos.	Equipamiento técnico básico.	Personal técnico.
3-	Controlador de seguimiento solar en uno o dos ejes	Acero, motores eléctricos, servos, sistemas hidráulicos.	Alta precisión, alta durabilidad confiables.	Fabricación precisa y de alta calidad, confiables.	Personal experimentado.
4-	Sistemas de <i>software</i> y control electromecánico.	Sensores, componentes electrónicos.	Alta precisión, fiabilidad.	Fabricación de exactitud, durables en el tiempo. Tecnología.	Personal calificado. Uso y seguimiento
5-	Ópticas de concentración.	Vidrio, alta reflexión capa de plata y varias capas de cobre y laca.	Durabilidad y alta reflectividad.	Tecnología de cristal. Exactitud, precisión.	Personal calificado.
6-	Conexiones de todos los sistemas.	Cables simples y especiales.	Fabricación estándar.	Equipo de cable estándar.	Personal calificado.
7-	Cabezales y tubos del receptor.	Aleaciones de alta temperatura de 450 a 1100 °C	Diseño de larga vida útil (ciclos térmicos, fluidez).	Servicios de ingeniería y construcción.	Personal calificado.
8-	Plomería, cañerías, ensambles.	Acero, bombas, aleaciones de alta temperatura.	Alta presión, compensación de la dilatación térmica.	Servicios de ingeniería y construcción.	Personal calificado.
9-	Fluido de transferencia de calor.	Agua salada, salitre.	Pureza de los líquidos.	Procesamiento de materiales, control de calidad.	Personal calificado.
10-	Almacenamiento.	Bombas de almacenamiento.	Sistemas libres de pérdidas a mediano plazo.	Sistemas estándar básicos de almacenamiento.	Personal calificado.
11-	Vapor a eléctrica, calor de proceso.	Ciclos Rankine o Brayton.	Vapor sobrecalentado 280 °C.	Turbina. Sistema de recuperación.	Personal calificado.
12-	Conexión red.	Cableado para determinada energía.	Torres y sistemas interconectados.	Central de transformación.	Personal calificado.

Tabla 4. Componentes y requisitos de materiales para los sistemas de plantas solares de cilindros concentradores y sistemas de torre. Breve resumen

## BIBLIOGRAFÍA

- GREENPEACE (enero, 2009). "Pasos firmes contra el cambio climático". *Revista Green*, pp. 9-11.
- LOSADA SAN JOSÉ, J. (2009). *Análisis de un sistema de disco parabólico con motor Stirling* (tesis de maestría). Madrid, España: Universidad Carlos III.
- MARTORELLI, L.; BIOTTI, M. A.; CERVINI, F.; CHIESA, L. y CONSTANZO, M. (2012). "Análisis y evaluación de variables ópticas en el desarrollo de concentradores solares ópticos para la generación de energía eléctrica". *XXXVI Jornadas IRAM Universidades*.
- MARTORELLI, L.; BIOTTI, M. A.; HAAG, G.; COSTANZO, M.; BERGAMINI, J.; CERVINI, F. ... y CHIESA, L. (2013). "Sistemas de concentradores ópticos para energía solar evaluaciones térmicas en focos calóricos tridimensionales". *XXXVIII Jornadas IRAM Universidades*.
- NICOLFIS, R. O.; PLATZECK, R. P.; DURFIN, J. C.; MORAGUES, J. A. y SCHEUER, W. (1978). "Concentrador cilíndrico fijo a espejo facetado para aprovechamiento de la energía solar". *Argentine Atomic Energy Commission report CNEA*.
- QUINTEROS GRIJALVA, J. (2008). *Estudio teórico y experimental de colector solar parabólico para generación de energía eléctrica* (tesis de pregrado). Chile, Universidad de Chile.
- RICHTER, C.; TESKE, S. Y SHORT, R. (2009). "Energía solar térmica de concentración. Perspectiva mundial 2009". Ámsterdam, Países Bajos: Greenpeace.
- ROMERO ÁLVAREZ, M. (2006). Introducción a la energía solar termoelectrica. Madrid, España, CIEMAT.
- RUELAS RUIZ, J. E., VELÁZQUEZ LIMÓN, N., y BELTRÁN CHACÓN, R. (2011). "Diseño de un Concentrador Solar acoplado a un motor stirling fijo". *Ingeniería mecánica, tecnología y desarrollo*, vol. 4, n.º 1, pp. 15-22.
- SARAVIA, L. R. (abril, 2007). "La Energía Solar en la Argentina". *Petrotecnia*, pp. 56-67.
- STINE, W. B. y DIVER, R. B. (1994). *A Compendium of Solar Dish/Stirling Technology*. Estados Unidos: Sandia National Labs.
- VENEGAS REYES, E. (2008). *Sistema para generación y almacenamiento de calor de proceso mediante un concentrador solar de foco puntual (cospaa-90)* (tesis de maestría). México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- WELFORD, W. T. y WINSTON, R. (1978). *Optics of nonimaging concentrators. Light and solar Energy*. Estados Unidos: Academic Press Inc.

## MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN ÁREAS URBANAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

E. Kruse, P. Laurencena, M. Deluchi, S. Carretero, L. Rodrigues Capítulo, D. Guaraglia, L. Gómez, J. M. García, J. Galliari

Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE)  
kruse@fcnym.unlp.edu.ar

### RESUMEN

*El trabajo presenta una de las líneas de investigación desarrolladas en el Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE) en relación con el manejo del agua subterránea en áreas urbanas de las regiones noreste y costera en la provincia de Buenos Aires. En noreste (La Plata), la explotación del acuífero semiconfinado Puelche generó un cono de depresión con un progresivo aumento en su profundización y superficie, y con una evolución temporal que muestra un desplazamiento hacia zonas periurbanas. Se registran fenómenos de agotamiento de reservas, modificación de la relación agua superficial-agua subterránea y deterioro de la calidad química del agua. En la región costera se reconoce un nivel acuífero somero con un escaso espesor de agua dulce. La explotación intensiva conduce a una depresión de los niveles freáticos con la intrusión de agua salada. Las características del acuífero freático, la alta permeabilidad y el escaso espesor de la zona no saturada indican una alta vulnerabilidad del agua subterránea a la contaminación, particularmente por nitratos de origen antrópico. En estas regiones, el conocimiento hidrogeológico es fundamental para plantear un uso sostenible del recurso hídrico subterráneo, así como para asegurar el abastecimiento de agua potable, el saneamiento, la alimentación y el desarrollo social.*

**Palabras clave:** hidrogeología, región costera, región noreste, La Plata, uso sostenible.



## INTRODUCCIÓN

El manejo del agua subterránea, como parte del manejo integrado de los recursos hídricos, es un tema de importancia que muchas veces pasa inadvertido. En el documento de referencia sobre los Recursos Hídricos del Plan de Acción Argentina Innovadora 2020 se define que:

los recursos hídricos responden a múltiples demandas: agua potable, higiene, producción de alimentos, energía, bienes industriales y mantenimiento de los ecosistemas naturales. Por otra parte, los responsables de la toma de decisiones deben afrontar el desafío de gestionar y desarrollar de forma sostenible los recursos. Estos se encuentran sometidos a las presiones del crecimiento económico, el gran aumento de la población y el cambio climático, los cuales tienen a menudo, como consecuencia, un incremento del uso del agua, de la contaminación y de la ineficacia en su abastecimiento. La mala calidad del agua y un abastecimiento no sostenible frenan el desarrollo económico, y pueden tener efectos negativos sobre la salud y los medios de vida (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2012: 7).

Según el esquema general propuesto por dicho plan y en relación con los distintos grados de potencialidad de los acuíferos reconocidos en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires, resultan de aplicación conceptos que actualmente definen una preocupación a nivel internacional, como lo es la urgencia de lograr la *seguridad de agua* para el desarrollo de una sociedad (UN, 2013; Foster y MacDonald, 2014). Ello ocurre en especial por las incertidumbres acerca de la variación a futuro en las reservas de agua dulce como consecuencia del cambio climático global y de las actividades antrópicas. El concepto de *seguridad de agua* se refiere a la disponibilidad de una cantidad y calidad aceptables de este elemento para asegurar la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, junto con un nivel adecuado de conocimiento acerca de los riesgos que, relacionados con el agua, pueden afectar a las personas, el ambiente y la economía (Grey y Sadoff, 2007).

Las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires presentan distintas fuentes de uso del agua y consecuentemente disímiles comportamientos hidrogeológicos, pero en ambos casos el recurso subterráneo se encuentra amenazado por la extracción excesiva y la contaminación. La evolución de los sistemas de manejo para hacer frente a estas amenazas requiere además de un compromiso político sostenido y de mejoras en las bases de datos hidrogeológicos y en el conocimiento científico. Este último es esencial no solo para la interpretación de la dinámica y de la química del agua subterránea, sino también como una base para satisfacer las demandas socioeconómicas que se imponen sobre este recurso.

El objetivo de este trabajo es mostrar una de las líneas de investigación que se llevan a cabo en el Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE). Se presentan diferentes estrategias de manejo del recurso hídrico subterráneo, que tienden a un desarrollo socioeconómico sostenible en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires. Estas investigaciones buscan generar herramientas para promover un conocimiento científico que asocie los recursos hídricos con la sociedad en zonas de urbanización creciente.

## PROBLEMÁTICA EN LAS REGIONES NORESTE Y COSTERA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La aplicación de los conceptos previamente expuestos en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires, afectadas por procesos de urbanización e industrialización, resulta compleja y deriva de los cambios producidos por actividades antrópicas, que tienen consecuencias en las condiciones ambientales. El desarrollo de las ciudades genera importantes modificaciones en el medio físico y específicamente en el recurso hídrico subterráneo. Pero como los efectos producidos en general no se perciben de forma directa, muchas veces su impacto en el ambiente es subestimado.

El ascenso de los niveles freáticos, los incrementos de temperatura en el agua subterránea somera, las modificaciones de flujo asociadas con la construcción en el subsuelo y la contaminación de las aguas subterráneas son algunos de los efectos más significativos en el ambiente urbano. Estos determinan la degradación de un recurso natural estratégico, por lo que su conocimiento resulta necesario no solo para dimensionar las posibilidades de explotación del agua subterránea, sino también para la planificación del uso del suelo urbano, el desarrollo de infraestructura y el ordenamiento territorial.

El crecimiento de las zonas urbanas en el noreste de la provincia de Buenos Aires aumentó las áreas impermeabilizadas y disminuyó la reserva de agua en el suelo que alimenta la evapotranspiración, en consecuencia, se produce un incremento en los excesos de agua. Ello significa una aceleración del escurrimiento superficial, aumento en la magnitud de los caudales escurridos y disminución en las posibilidades de infiltración natural a partir del agua meteórica (Kruse *et al.*, 2014).

En la región costera oriental se define un sistema acuífero somero de agua dulce. En este caso los requerimientos de agua son especialmente altos durante los meses de verano, debido al turismo. Una explotación intensiva del agua subterránea conduce a una fuerte depresión de los niveles freáticos con la consecuente intrusión de un frente de agua salada, que obliga al abandono de perforaciones para abastecimiento. Asimismo, debido al comportamiento hidráulico del acuífero freático, su alta permeabilidad y el escaso espesor de la zona no saturada, el agua dulce disponible en lentes es altamente vulnerable a la contaminación, sobre todo por nitratos de origen antrópico (urbanización, pérdidas de cloacas y depósitos de residuos). Por ello, la generación de estrategias de manejo para un óptimo diseño de las redes de abastecimiento y para establecer caudales de extracción que protejan las reservas de agua dulce es de suma importancia para esta región.

Otro aspecto importante que está íntimamente ligado al manejo del recurso subterráneo en ambos casos de estudio es el cambio que se produce en relación con el uso del suelo. Uno de los problemas que adquiere relevancia en las zonas mencionadas está relacionado con distintas acciones antrópicas que han modificado la dinámica hidrológica mediante variadas formas de presión ambiental.

Procesos como la desalinización del agua marina o el transporte de agua por medio de acueductos desde fuentes superficiales, entre otros, son metodologías costosas y fuera de un alcance económico razonable; por lo tanto, la solución más conveniente sería un buen aprovechamiento y cuidado de las reservas de agua dulce disponibles en la propia región.

La relevancia de los problemas planteados pone de manifiesto la necesidad de definir estrategias de manejo de los recursos hídricos, en especial del agua subterránea. Los resultados generales

de estas investigaciones han posibilitado desarrollar un plan integral que permite generar información de mayor detalle para facilitar la resolución de los problemas específicos que relacionan a la sociedad con el ambiente y que fueron detectados en estudios previos.

## CASOS DE ESTUDIO

### ***La Plata y alrededores***

La ciudad de La Plata cuenta desde 1885 con abastecimiento público de agua potable provisto por el recurso subterráneo que procede de la explotación de un acuífero semiconfinado, alojado en el tramo superior de la secuencia sedimentaria. En 1940 la superficie urbanizada era de aproximadamente 26 km<sup>2</sup>, y actualmente supera los 180 km<sup>2</sup> (Kruse *et al.*, 2013). El uso de la tierra en el área periurbana, que era originalmente agrícola, fue modificándose por el avance de la urbanización. Actualmente, el abastecimiento de agua se produce por el uso conjunto de agua subterránea y agua superficial del Río de la Plata. Hasta 1955 la provisión fue exclusivamente a partir de aguas subterráneas, y luego se reforzó el servicio con agua superficial.

En el caso del Gran La Plata, la explotación del acuífero semiconfinado Puelche produjo la formación de un cono de depresión con un progresivo aumento en su superficie y profundización, mostrando un desplazamiento desde el casco urbano hacia zonas periurbanas. Este descenso de la superficie piezométrica afecta también a la capa freática, habiéndose modificado la relación natural entre el agua superficial y el agua subterránea.

El régimen actual en el área urbana presenta una complejidad y variabilidad mayor que en condiciones naturales, lo cual requiere un conocimiento y evaluación de mayor detalle en cuanto a la disponibilidad del recurso subterráneo. El análisis del uso conjuntivo agua superficial-agua subterránea que caracteriza el abastecimiento de agua potable a la ciudad y de los conflictos de uso que genera la explotación del acuífero en zonas periurbanas (agua potable, agua para riego, agua para industrias) es un factor tenido en cuenta para el desarrollo de las estrategias de manejo del agua subterránea.

Existen distintas contribuciones a escala regional relacionadas con el agua subterránea y con el nivel acuífero semiconfinado (Puelche) en el noreste de la provincia de Buenos Aires y en particular en la región de La Plata y alrededores. En relación con esta última región, Auge (2005) sintetiza los principales aportes incluidos en numerosas publicaciones, basados en investigaciones del autor desde 1992 y en estudios previos realizados por otros autores y distintos organismos.

En un sector del noreste de la provincia de Buenos Aires, Kruse *et al.* (2004) reconocen las modificaciones en cantidad y calidad en los componentes del ciclo hidrológico y en la interrelación agua superficial-agua subterránea como consecuencia de la urbanización.

Estudios recientes sobre el acuífero Puelche en La Plata y alrededores tratan aspectos hidrodinámicos (Deluchi *et al.*, 2010 y 2011; García y Zanandrea, 2017). Estos trabajos han aportado datos de las variaciones de los niveles piezométricos, que permitieron identificar descensos significativos, el aumento del área de influencia del cono de depresión (figuras 1 y 2), modificaciones en el flujo natural del agua subterránea y en las relaciones aguas superficiales-aguas subterráneas. Todas estas evidencias,

asociadas a los cambios que generan las actividades antrópicas, demuestran en el balance hidrológico una disminución en las reservas del recurso subterráneo y, consecuentemente, una competencia por el uso del agua (Laurencena *et al.*, 2010).

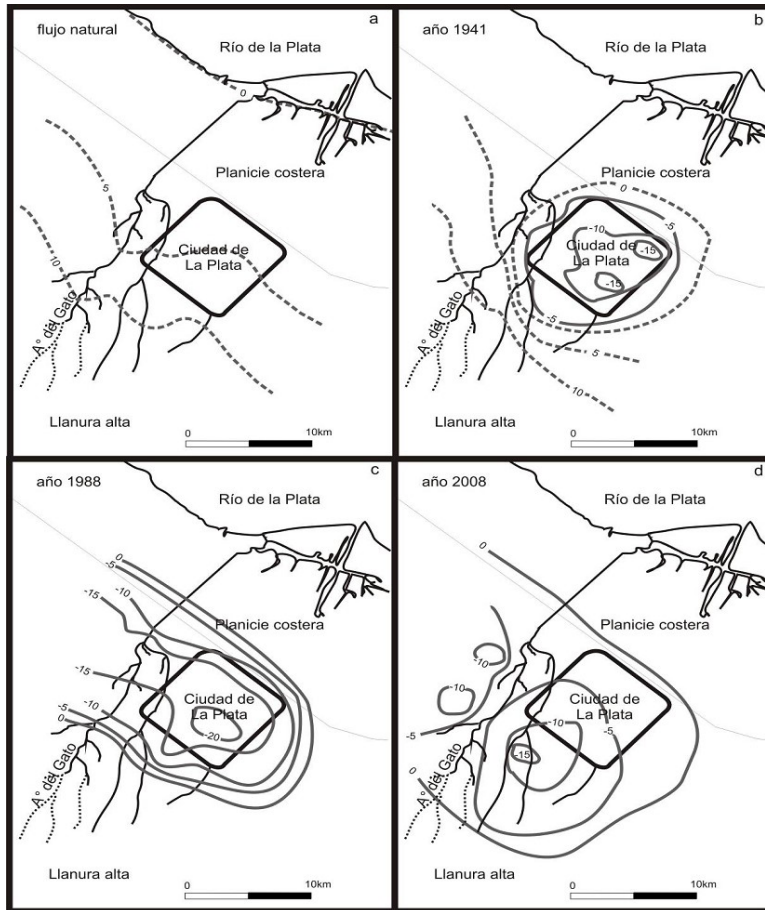


Figura 1. Evolución del cono de depresión acuífero Puelche 1900-1988. Tomada de Deluchi *et al.*, 2011

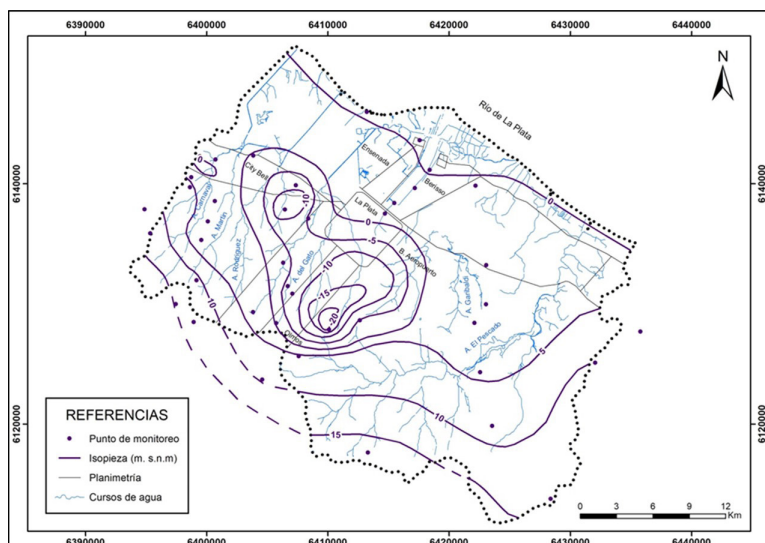


Figura 2. Flujo en acuífero Puelche (mayo-junio 2017). Tomada de García y Zanandrea, 2017

Deluchi *et al.* (2010) indican que las diferencias de carga hidráulica entre los acuíferos Puelche y Pampeano, asociadas a las particularidades hidrogeológicas y a la progresiva profundización de los niveles freáticos, son elementos indicadores de gran utilidad para identificar áreas que requieren un control en los volúmenes extraídos. Una explotación se puede considerar excesiva cuando da lugar a efectos no deseados, tales como la modificación de la condición de efluencia de un curso de agua o el aporte de agua de menor calidad natural o afectada por procesos antrópicos. También influyen cuestiones prácticas, como la disminución del rendimiento de los pozos, la necesidad de profundizar las perforaciones para extraer el agua o el aumento en los costos de bombeo.

De acuerdo con Kruse *et al.* (2014) y Deluchi *et al.* (2011), el desarrollo urbano de La Plata conllevó modificaciones en las componentes del ciclo hidrológico. El régimen subterráneo depende en mayor parte de las variaciones en los volúmenes extraídos. La expansión de los conos de depresión no adquiere la magnitud estimada de acuerdo con los caudales extraídos, las características hidráulicas del acuífero y las condiciones de infiltración natural. Dada la vinculación hidráulica existente entre el acuífero Puelche y el acuífero freático, el desarrollo de conos de depresión en el área urbana favorece la recarga artificial de agua procedente de pérdidas en cañerías y desagües hacia el acuífero.

### **Región costera**

Este caso incluye sectores con particularidades diferenciables desde un punto de vista hidrogeológico, como son las áreas urbanizadas de Pinamar y del sector norte del partido de La Costa (San Clemente del Tuyú, Las Toninas, Santa Teresita). Más recientemente, se han iniciado estudios sobre las localidades del sector central (Mar del Tuyú, Costa del Este y Aguas Verdes). Desde mediados del siglo xx esta región ha experimentado un fuerte incremento demográfico que condujo a un mayor requerimiento de suministro de agua dulce, cuya única fuente es el agua subterránea somera.

A partir del 2007, el CEIDE ha producido resultados preliminares que se relacionan con la problemática y con las zonas de estudio propuestas en esta investigación. Por ejemplo, debe citarse al trabajo de Pousa *et al.* (2007), en el cual se evalúan los riesgos en la región, provocados por la actividad del hombre en distintos sitios hidrológicos y costeros del ambiente arenoso oriental de la provincia de Buenos Aires.

En Carretero *et al.* (2011) se reconoce preliminarmente que las diferencias en los excesos de agua del balance hídrico dadas por los distintos grados de urbanización tienen una influencia directa en la recarga del sistema hídrico subterráneo (Carretero y Kruse, 2012) en la zona de San Clemente del Tuyú. Carretero *et al.* (2014) comprobaron el mismo efecto para el resto del partido de La Costa (figura 3).

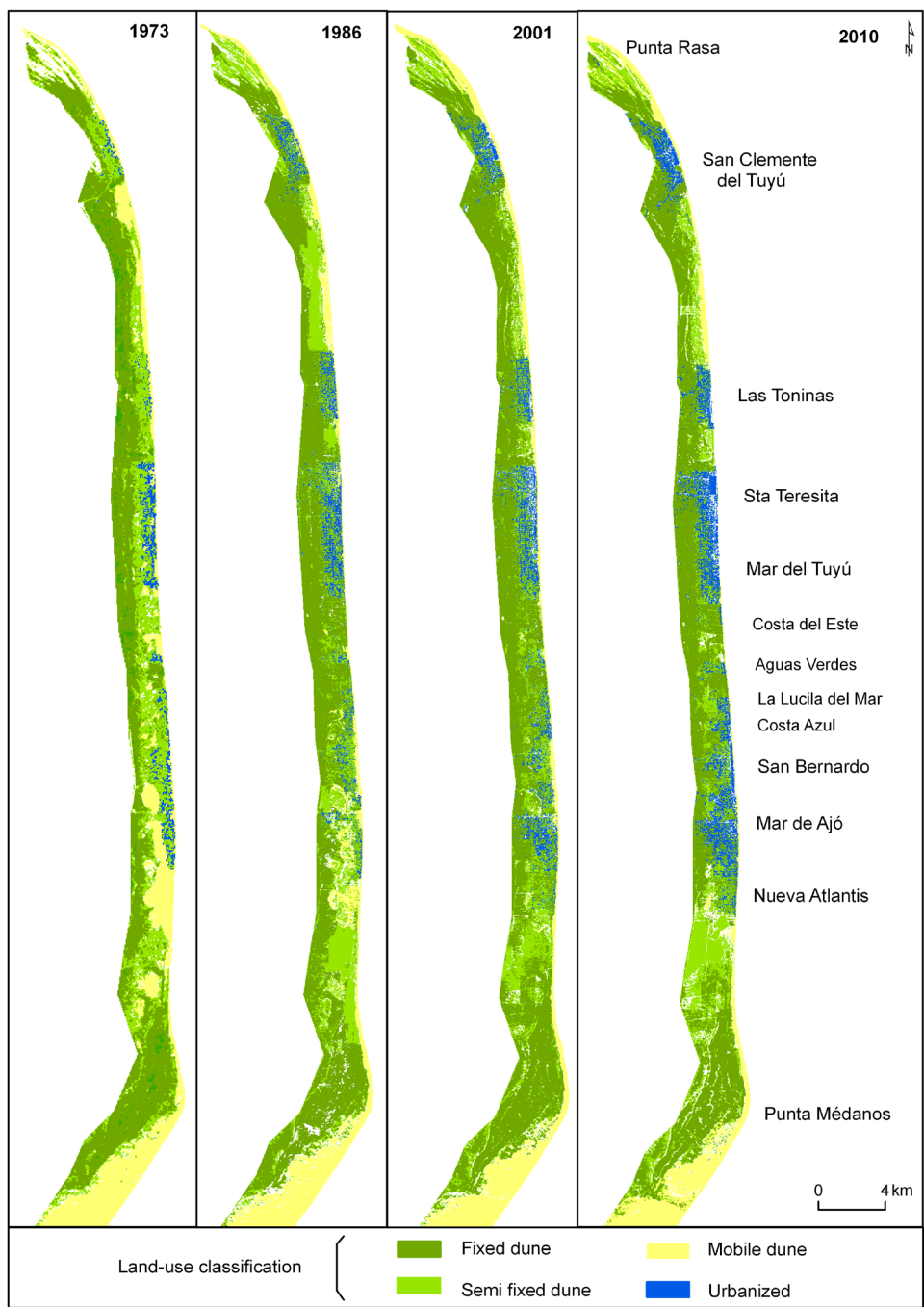


Figura 3. Evolución del uso del suelo en el partido de La Costa. Tomada de Carretero *et al.* (2014)

En el trabajo de Carretero y Kruse (2010) se describe el manejo actual de la explotación de aguas subterráneas en la localidad de San Clemente del Tuyú y se analizan los problemas por detectarse frente a un previsible aumento en la demanda para el abastecimiento a la población. Se analizan los resultados de la explotación de tipo areal llevada a cabo (drenes horizontales o pozos tipo Ranney, figura 4) y que fue planificada para evitar la intrusión del agua salada marina y del agua salada continental, que limitan la lente de agua dulce. Recientemente, Carretero *et al.* (2016) han detectado la existencia de una zonación química vertical, lo cual reduce el espesor útil del acuífero y resulta un dato de interés para la prestadora de servicios de agua.

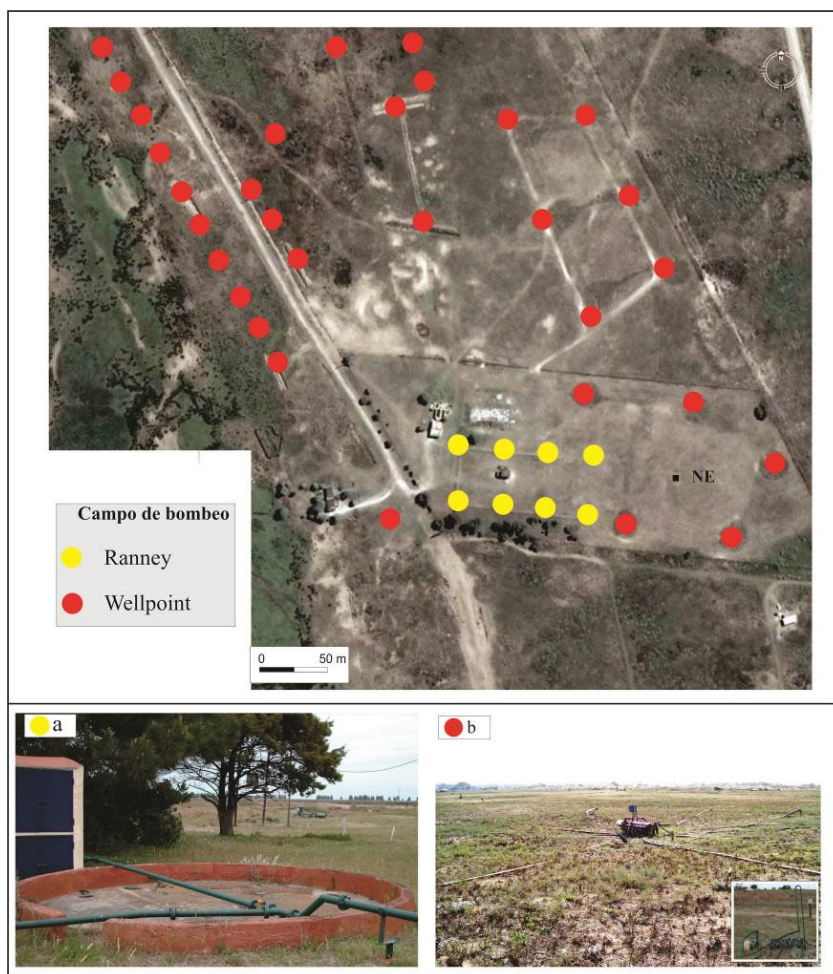


Figura 4. Distribución de los pozos de extracción de agua subterránea en San Clemente del Tuyú

Carretero *et al.* (2013) y Perdomo *et al.* (2013) han identificado un proceso de intrusión marina que afecta al frente costero de Santa Teresita. A diferencia de San Clemente, la localidad no cuenta con red de distribución de agua potable, y se atribuye el fenómeno de contaminación del agua dulce con agua salada al uso no sustentable (Carretero y Kruse, 2017). También se han efectuado pronósticos sobre los diferentes escenarios de intrusión salina, producto del incremento del nivel del mar, asociados al cambio climático (Carretero *et al.*, 2013; Rapaglia *et al.* 2013).

Kruse y Mas Pla (2009) evalúan los procesos hidrogeológicos y la calidad del agua en acuíferos litorales, exponiendo conceptos que describen la dinámica del agua subterránea en las áreas costeras y los efectos de su explotación. Además, evalúan los procesos de pérdida de calidad del agua por el fenómeno de intrusión marina. Asimismo, teniendo en cuenta que el agotamiento de los recursos con una calidad aceptable establece un límite al crecimiento socioeconómico de las regiones costeras, se proponen alternativas para la recuperación de dichos recursos y evalúan los riesgos ante un escenario de cambio climático.

En el área de estudio, el sistema acuífero se recarga únicamente mediante las precipitaciones. La infiltración se ve condicionada por las áreas impermeabilizadas, que aumentan conforme aumenta la urbanización (Carretero y Kruse, 2010).

La caracterización regional en el partido de Pinamar (Rodrigues Capítulo *et al.*, 2012; Rodrigues Capítulo, 2015) permitió reconocer que el cordón medanoso representa una zona de recarga directa de agua subterránea de carácter autóctono a partir de los excesos de las precipitaciones. La heterogeneidad litológica vertical y horizontal permite que se detecten diferencias de espesor y permeabilidad de los niveles productivos, pero conformando un sistema hidráulico único. El flujo subterráneo hacia las zonas de descarga genera dos interfaces: salobre-dulce hacia el continente y dulce-salada hacia el mar.

Recientemente, Rodrigues Capítulo *et al.* (2017) han analizado la evolución paleoambiental del cordón costero como el factor regulador de las reservas de agua subterránea dulce disponible, y su implicancia y consecuencias en el desarrollo socioeconómico de dos zonas de la costa oriental arenosa bonaerense, una en el sector norte (partido de La Costa) y otra en el sur (partido de Pinamar).

## CONSIDERACIONES FINALES

El sistema hidrológico en las regiones noreste y costera de la provincia de Buenos Aires constituye una interfaz entre el ambiente y las necesidades humanas del agua. El conocimiento hidrogeológico resulta clave para definir estrategias de un uso sostenible del recurso hídrico subterráneo (abastecimiento de agua potable, saneamiento, alimentación, desarrollo social). La adopción de un enfoque integral mediante la combinación de la hidrogeología y el desarrollo socioeconómico facilita la evaluación de las relaciones entre el agua subterránea y la sociedad. Ello implica necesariamente considerar no solo cómo las actividades humanas pueden afectar al agua subterránea, sino también cómo el agua subterránea incide en las actividades humanas.

Estos conceptos justifican, para las regiones analizadas, metodologías de estudios que incluyan un conocimiento detallado de las condiciones hidrogeológicas, hidrodinámicas e hidroquímicas. A partir de ello, es posible formular un modelo conceptual apropiado y aplicar un modelo matemático que permita reconocer distintos escenarios de la evolución del uso del agua subterránea, los cambios en la utilización del suelo y de su influencia ambiental. La instalación, operación e interpretación de los datos de redes de monitoreo con una escala de detalle acorde al problema constituye un aspecto central en la metodología.

Como base metodológica resulta de trascendencia la observación de los procesos de urbanización y de cómo varían los diferentes usos a los que está sometida el agua subterránea en las dos regiones analizadas. Es necesario analizar la influencia que tienen dichos procesos sobre las reservas de agua dulce, la recarga y la calidad del agua. A partir de ese conocimiento, se debe planificar la medición de variables, valorar su real influencia hidrológica y plantear el modelado de los procesos de mayor significación.

Resulta imprescindible mantener e implementar redes de medición de las variables hidrológicas en distintos sectores de las regiones noreste y costera, con distintas frecuencias. La medición de niveles freáticos puede ser manual para frecuencias mensuales o semanales, y automática para las diarias o mayores. Si bien la metodología de trabajo debe seguir lineamientos similares a los ya implementados por el CEIDE en cada una de las áreas, existen variables que se deben aplicar y detallar en cada caso particular.

## BIBLIOGRAFÍA

- AUGE, M. (2005). "Hidrogeología de La Plata, Provincia de Buenos Aires". En DE BARRIO R. E.; ETCHEVERRY, R. O.; CABALLÉ, M. F. y LLAMBIAS, E. J. (Eds.). *Geología y recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*. La Plata: Asociación Geológica Argentina, pp. 293-312.
- CARRETERO S. y KRUSE, E. (2010). "Modificaciones en las áreas de recarga del acuífero freático en los médanos costeros de San Clemente del Tuyú, provincia de Buenos Aires". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 66, n.º 4, pp. 466-474.
- CARRETERO, S. y KRUSE E. (2012). "Relationship between Precipitation and Water-Table Fluctuation in a Coastal Dune Aquifer: Northeastern Coast of the Buenos Aires Province, Argentina". *Hydrogeology Journal*, vol. 20, n.º 8, pp. 1613-1621. doi: 10.1007/s10040-012-0890-y
- CARRETERO, S. y KRUSE, E. (2017). "Hydrological Variations Associated with Geomorphological Changes in a Sand Dune Barrier of the Partido de La Costa, Province of Buenos Aires". En Rabassa, J. (Ed.). *Advances in Geomorphology and Quaternary Studies in Argentina*. Dordrecht: Springer, pp 108-118. doi: 10.1007/978-3-319-54371-0
- CARRETERO, S.; BRAGA, F.; KRUSE, E. y TOSI, L. (2014). "Temporal Analysis of the Changes in the Sand-Dune Barrier in the Buenos Aires Province, Argentina, and their Relationship with the Water Resources". *Applied Geography*, vol. 54, pp. 169-181.
- CARRETERO, S.; DAPEÑA, C. y KRUSE, E. (2011). "Caracterización isotópica de las aguas subterráneas en el norte del Partido de la Costa, provincia de Buenos Aires". En *Libro de resúmenes del XVIII Congreso Geológico Argentino*. Neuquén. Asociación Geológica Argentina (formato CD), pp. 1434-1435.
- CARRETERO, S.; KRUSE, E. y ROJO, A. (2013). "Condiciones hidrogeológicas en Las Toninas y Santa Teresita, Partido de La Costa". En GONZÁLEZ, N.; KRUSE, E.; TROVATTO, M. M. y LAURENCENA, P. (Eds). *Temas actuales en hidrología subterránea 2013*. La Plata, EDULP, pp 28-35.
- CARRETERO, S.; PERDOMO, S.; KRUSE, E. y AINCHIL, J. (2016). "Respuesta eléctrica de la zonación química en un nivel acuífero en la costa arenosa oriental de la Provincia de Buenos Aires". En GARCÍA, R. y MARIÑO, E. (Eds.). *Calidad del agua Subterránea: Actas IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea*. San Fernando del Valle de Catamarca: Editorial Científica Universitaria, pp 93-100.
- CARRETERO, S.; RAPAGLIA, J.; BOKUNIEWICZ, H.; KRUSE, E. (2013). "Impact of Sea Level Rise on Saltwater Intrusion Length into the Coastal Aquifer, Partido de La Costa, Argentina". *Continental Shelf Research*, vol. 61-62, pp. 62-70. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.04.029>
- DELUCHI, M.; CAROL, E.; MANCUSO, M.; KRUSE, E.; LAURENCENA, P. y ROJO, A. (2011). "Evolución hidrológica en un área urbanizada con explotación de agua subterránea". En AA. VV. *VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea*. [Soporte digital]. Salta: Asociación Civil Grupo Argentino de la AIH, pp.166-173.

- DELUCHI, M.; KRUSE, E.; LAURENCENA, P.; ROJO, A. y RODRIGUES CAPÍTULO, L. (2010). "Características de la explotación de aguas subterráneas en el noreste de la Provincia de Buenos Aires". En *Memorias del X Congreso ALHSUD. Aguas Subterráneas y Desarrollo Sustentable de los Pueblos Latinoamericanos*. Caracas, Venezuela, 18-22 de octubre de 2010, pp. 1-10.
- FOSTER, S. y MACDONALD, A. (2014). "The 'Water Security' Dialogue: Why it Needs To Be Better Informed about Groundwater". *Hydrogeology Journal*, vol. 22, n.º 7, pp. 1489-1492.
- GARCÍA, J. M. y ZANANDREA, J. (2017). "Dinámica hídrica del acuífero Puelche en la ciudad de La Plata y alrededores. Resultados preliminares". En *IV Congreso Internacional Científico y Tecnológico*. CIC. En prensa.
- GREY, D. y SADOFF, C. (2007). "Sink or Swim? Water Security for Growth and Development". *Water Policy*, vol. 9, pp. 545-557.
- KRUSE, E. y MAS PLA, J. (2009). "Hydrological Processes and Water Quality in Coastal Aquifers". En MAS PLA, J. y ZUPPI, G. (Eds.). *Gestión ambiental de áreas costeras*. Barcelona: Rubes Editorial, pp. 29-53.
- KRUSE, E.; CAROL, E.; MANCUSO, M.; LAURENCENA, P.; DELUCHI, M y ROJO, A. (2013). "Recharge Assessment in an Urban Area: a Case Study of La Plata, Argentina". *Hydrogeology Journal*, vol. 21, pp. 1091-1100.
- KRUSE, E.; SARANDÓN, R. y GASPARI, F. (2014). *Impacto del cambio climático en el Gran La Plata*. La Plata: Edulp.
- KRUSE, E.; VARELA, L.; LAURENCENA, P.; DELUCHI, M.; ROJO, A. y CAROL, E. (2004). "Modificaciones del ciclo hidrológico en un área del noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina". En Junta Directiva AIH-GE. *El agua y la ciudad sostenible: hidrología urbana*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, pp. 131-138.
- LAURENCENA, P.; DELUCHI, M.; ROJO, A. y KRUSE, E. (2010). "Influencia de la explotación de aguas subterráneas en un sector del área periurbana de La Plata". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 66, n.º 4, pp. 484-489.
- MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA (2012). *Recursos hídricos: documento de referencia*. Plan Argentina Innovadora 2020, República Argentina. Recuperado de <<http://www.argentinainnovadora2020.mincyt.gov.ar/wp-content/uploads/2013/03/Recursos-hidricos2016.pdf>>.
- PERDOMO, S.; CARRETERO, S.; KRUSE, E. y AINCHIL, J. (2013). "Identificación de la intrusión salina en Santa Teresita (Buenos Aires), mediante la aplicación de métodos eléctricos". En GONZÁLEZ, N.; KRUSE, E.; TROVATTO, M. M. y LAURENCENA P. (Eds.). *Temas actuales en hidrología subterránea 2013*. La Plata: Edulp, pp. 44-49.
- POUSA, J.; KRUSE, E.; TOSI, L.; GUARAGLIA, D.; BONARDI, M.; RIZZETTO, F. y SCHNACK, E. (2007). "Coastal Processes and Environmental Hazards: The Buenos Aires (Argentina) and Venetian (Italy) Littorals". *Environmental Geology*, vol. 51, pp. 1307-1316.

- RAPAGLIA J.; BOKUNIEWICZ H.; KRUSE, E. (2013). "Impact of Sea Level Rise on Saltwater Intrusion Length into the Coastal Aquifer, Partido de La Costa, Argentina". *Continental Shelf Research*, vol. 61-62, pp. 62-70. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.04.029>
- RODRIGUES CAPÍTULO, L. (2015). *Evaluación geohidrológica en la región costera oriental de la Provincia de Buenos Aires. Caso de Estudio: Pinamar* (tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- RODRIGUES CAPÍTULO, L.; CARRETERO, S. y KRUSE, E. (2017). "Comparative Study of Urban Development and Groundwater Condition in Coastal Areas of Buenos Aires, Argentina". *Hydrogeology Journal*. doi: 10.1007/s10040-017-1544-x
- RODRIGUES CAPÍTULO, L.; KRUSE, E. y DE BERNARDI, P. (2012). "Influencia de la evolución geomorfológica Pleistocena-Holocena en la dinámica del acuífero medanoso costero de Pinamar". En DEGIOVANNI, S. y ANDREAZZINI, M. J. (Coord.). *V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología*. Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto, pp. 263-272.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY (2013). *Water Security and the Global Water Agenda*. Ontario: Institute for Water, Environment & Health (UNU-INWEH).



## ESTUDIOS DE PROCESOS HIDROAMBIENTALES EN UNA ZONA DE LLANURA DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

G. Collazos, F. Peluso, I. Entraigas, I. Masson, N. Othax, M. E. Zabala, S. A. Dubny, J. González Castelain, L. Fajardo, N. Briceño\*

Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff" (IHLLA)  
gcollazos.ihlla@gmail.com

### RESUMEN

*El Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) tiene amplia trayectoria en hidrología subterránea y superficial, medio ambiente, calidad del agua y teledetección. Se trabajó en líneas de investigación menos desarrolladas, con el fin de mejorar la comprensión de procesos que afectan el agua y el ambiente, algunos muy relacionados con las actividades humanas. Los trabajos se realizaron en diferentes zonas de la cuenca del arroyo del Azul, representativas de gran parte de la provincia de Buenos Aires. Se pretende que las metodologías desarrolladas puedan ser trasladadas a otras zonas de características hidrológicas similares. Las cinco líneas de trabajo son: (1) relaciones de las características topográficas y geomorfológicas con los procesos de escurrimiento superficial y la dinámica de la conectividad hidrológica en una zona llana; (2) seguimiento del almacenamiento en depresiones mediante vuelos de un dron, y su representación mediante un modelo hidrológico; (3) uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos superficiales; (4) determinación del fondo químico natural del acuífero y evaluación del riesgo para la salud humana y el ganado vacuno; y (5) cuantificación de la exportación de sólidos suspendidos, fósforo y nitrógeno en una cuenca de llanura, mediante los procesos de erosión y lavado del suelo.*

**Palabras clave:** llanura, conectividad hidrológica, almacenamiento superficial, bioindicadores, fondo químico, lavado de nutrientes

---

\* G. Collazos, F. Peluso, I. Entraigas, e I. Masson: Comisión de Investigaciones Científicas de la PBA.  
G. Collazos, F. Peluso, I. Entraigas, I. Masson, N. Othax, M. E. Zabala, S. A. Dubny y J. González Castelain: Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo J. Usunoff" (IHLLA). República de Italia n.º 780, Azul, Argentina. Tel.: +54 (02281) 569126



## INTRODUCCIÓN

El Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) tiene amplia trayectoria en hidrología subterránea y superficial, medio ambiente, calidad del agua y teledetección.

El proyecto de fortalecimiento busca trabajar en líneas de investigación menos desarrolladas, mejorando la comprensión de procesos que afectan el agua y el ambiente, algunos de ellos muy relacionados con las actividades humanas (no naturales o antrópicos).

Las actividades se llevaron a cabo en diferentes zonas de la cuenca del arroyo del Azul, que se consideran representativas de gran parte de la provincia de Buenos Aires. Así, se pretende que las metodologías y enfoques desarrollados puedan trasladarse a las zonas vecinas de características hidrológicas similares.

Las cinco líneas de trabajo por fortalecer son:

1. Determinación de las relaciones de las características topográficas y geomorfológicas con los procesos de escurrimiento superficial, y de la dinámica de la conectividad hidrológica en la matriz de pastizales naturales del sector llano de una cuenca de llanura.
2. Seguimiento y evolución del almacenamiento en depresiones y de la humedad del suelo mediante vuelos de un dron, estableciendo un balance hídrico del almacenamiento superficial y su vinculación con un modelo hidrológico.
3. Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
4. Determinación del fondo químico natural del acuífero y evaluación del riesgo para la salud humana y el ganado vacuno en los sectores medio y bajo de la cuenca.
5. Cuantificación de la exportación de sólidos suspendidos, fósforo y nitrógeno en una cuenca de llanura, mediante los procesos de erosión y lavado del suelo. Asimismo, identificación de los factores que intervienen en dicha exportación.

El proyecto ha permitido adquirir equipamiento y realizar mediciones, obtener y analizar muestras, y conocer el estado de la vegetación y la biota –de lo que no se disponía anteriormente–, ampliando de esa forma el conocimiento del ciclo hidrológico en la cuenca del arroyo del Azul. Los resultados científicos de la información recogida continuarán más allá de la finalización de este proyecto institucional.

Las áreas de trabajo de cada línea y el perímetro de la cuenca del Azul (en morado), pueden verse en la siguiente figura:

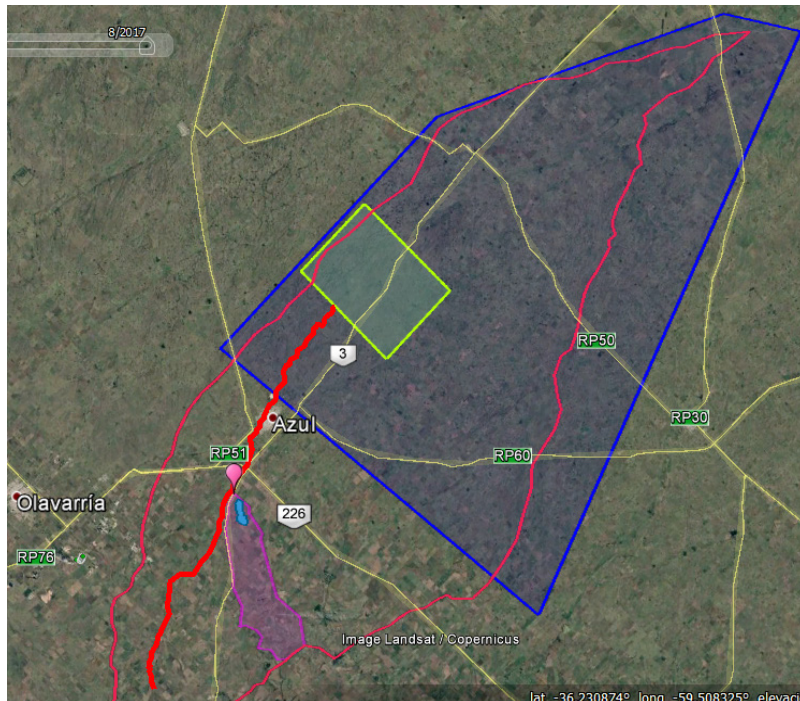


Figura 1. Área de trabajo de cada línea, dentro de la cuenca del arroyo del Azul

## LÍNEA 1: DINÁMICA Y PATRÓN DE LA CONECTIVIDAD HIDROLÓGICA EN EL AMBIENTE DE LLANURA

A pesar de la acentuada planicie del terreno de la zona analizada, la topografía controla la producción de la escorrentía y los anegamientos, y participa en la conectividad difusa que provoca que la escorrentía superficial llegue al cauce principal a través de vías terrestres temporarias de flujo (Croke, 2005). Por un lado, la conectividad dinámica (que alude al hecho de que las conexiones internas en la cuenca varían a diferentes escalas de tiempo debido a los cambios en la disponibilidad de agua superficial y subsuperficial), puede inferirse a partir de la asunción de que un mayor contenido de humedad del suelo implica un grado mayor de conectividad (Fitzjohn *et al.*, 1998; Leibowitz y Vining, 2003). Esto es, que los patrones de humedad del suelo que surgen luego de eventos de lluvias importantes reflejan cómo el agua se mueve a través de la cuenca, y así expresan la vinculación de los depósitos de agua al colmatarse y producir conexiones hidrológicas (Tezlaff *et al.*, 2011). Por otro lado, algunos autores (Ali *et al.*, 2011, 2012) han sugerido que, probablemente, el monitoreo de la dinámica del nivel freático, a través de piezómetros ubicados en unidades del paisaje con diferentes coberturas, permitiría un acercamiento al entendimiento de cómo aquellos depósitos de agua se colmatan (o vacían) y cómo se vinculan (o se aíslan) para producir (o interrumpir) los flujos conectores.

A partir de estos conceptos planteados, se elaboró un modelo conceptual preliminar de la conectividad hidrológica en un Sistema Hidrológico No Típico como el que aquí se presenta, contemplando variables topográficas, edáficas, hidrológicas y ecológicas.

En cuanto a las variables topográficas, se llevó adelante una campaña de relevamiento de puntos (más de 3000) que incluyó sectores sobre caminos vecinales, rutas nacionales, cunetas y zonas de terreno natural, los que conformarán parte de la matriz de datos (aún restan sumar las batimetrías del arroyo del Azul) a partir de la cual se llevará a cabo la corrección del modelo de elevación de cobertura global ALOS-PALSAR. Una vez que se obtenga la superficie operacional corregida, se determinará la red de drenaje y, a partir de esta, se delimitarán diferentes áreas de aporte, como una manera de identificar áreas hidrológicas que, en ese sentido, funcionen de manera homogénea.

El trabajo con las variables edáficas contempló hasta el momento cuatro campañas (marzo, abril, mayo y julio) de tomas de datos de humedad del suelo a diferentes profundidades (10 y 20 cm) en 32 sitios (figura 2). Se contempla seguir con estos muestreos de frecuencia mensual hasta fin de año, con el objetivo de captar momentos de estados contrastantes de la cuenca, es decir, momentos de estado seco (cuando el patrón de humedad del suelo está desorganizado por la influencia de factores de control locales, como las características del suelo, la vegetación y la pendiente del sitio) y de estado húmedo (cuando el patrón de humedad del suelo está altamente organizado y conectado por la influencia de factores de control no locales y flujos laterales de agua superficial).



Figura 2. Mediciones en campo: topográficas y de humedad del suelo

Por otro lado, las variables hidrológicas están contempladas a partir del seguimiento de la dinámica del nivel freático mediante el monitoreo de 20 piezómetros distribuidos en el área de estudio. Las campañas de muestreo fueron coincidentes con las de la humedad del suelo, por lo que también totalizan cuatro hasta el momento. En el área se cuenta también con un limnígrafo y un pluviómetro, por lo que se está llevando adelante el análisis conjunto y continuo de dichos registros.

Los aspectos ecológicos se están contemplando a partir del relevamiento fotográfico de la fisonomía de las distintas comunidades, utilizando los numerosos caminos vecinales existentes en el área de estudio como transectas de muestreo. En el mismo sentido, se comenzará con la elaboración del mapa de uso actual de la tierra, a partir del procesamiento de imágenes satelitales.

Finalmente, se aplicarán diferentes índices de conectividad hidrológica basados especialmente en la topografía y la humedad del suelo, pero se intentará enriquecerlos con interpretaciones provenientes de la caracterización de la dinámica del nivel freático y con las distintas coberturas presentes en el área de estudio.

## LÍNEA 2: SEGUIMIENTO Y MODELACIÓN DEL ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL DE AGUA EN BAJOS

Tanto el almacenamiento superficial como el exceso de humedad del suelo condicionan fuertemente la circulación de personas y cargas por el territorio, y casi todas las actividades productivas rurales. Las nuevas herramientas tecnológicas (en particular, los drones) pueden ayudar a la observación de los fenómenos con desarrollo espacial, como el almacenamiento superficial en zonas de llanura, presentando en este caso algunas ventajas operativas con respecto a zonas escarpadas.

Al inicio, se eligió la zona de trabajo con ciertas facilidades de acceso y se comenzó trabajando con un modelo digital de terreno (MDT) SRTM de 90 m de pixel obtenido de la NASA, corregido altitudinalmente. Con este MDT se ha delimitado la subcuenca que incluye la zona de bajos concatenados que se van a estudiar. La zona de estudio se limitó a la parte inferior de la subcuenca por razones de costo del vuelo.

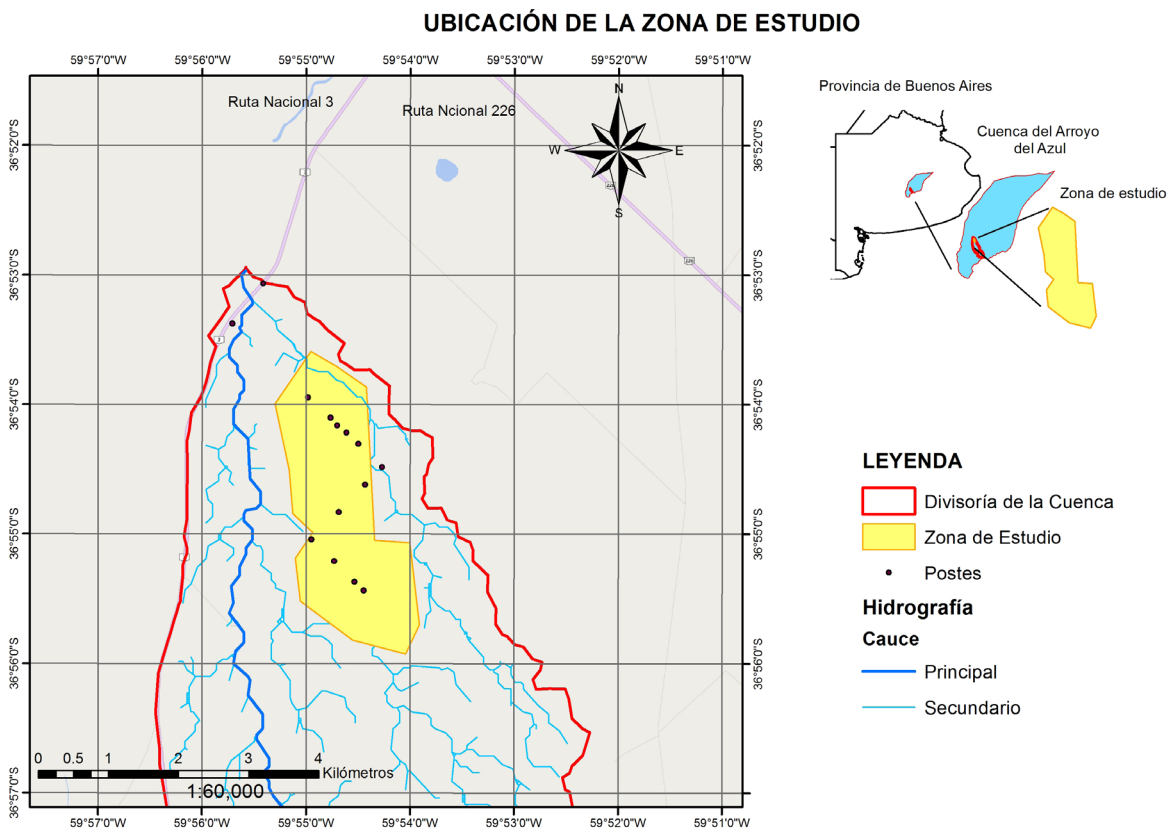


Figura 3. Área de bajos con almacenamiento superficial temporal

Para la preparación del vuelo se tuvieron que determinar las coordenadas x, y, z de puntos de apoyo (postes del alambrado, indicados en la figura 3) mediante un GPS diferencial en la zona de cobertura del vuelo del dron. También se ha realizado la capacitación en el procesamiento fotogramétrico de las imágenes capturadas, que se realiza mediante un *software* específico. Una vez realizado el vuelo, la delimitación de la cuenca y el MDT será más precisa.

Las imágenes capturadas con dron, globo de helio o pértiga deberán procesarse para componer un mosaico, y posteriormente se procesarán con un programa GIS para cuantificar las superficies de almacenamiento superficial. El contenido de humedad del suelo podrá ser estimado siempre que se disponga de una cámara capaz de capturar luz en el espectro infrarrojo cercano.

Además de esto, se ha realizado el procesamiento de numerosas imágenes satelitales de reflectividad de la misión AQUA, para detectar agua en superficie y suelo con exceso de agua en un área más amplia que la zona de estudio, pero que la incluye. De esta forma, se podrán comparar los resultados trabajando con diferente resolución espacial sobre el mismo territorio y las mismas condiciones hidrológicas.

El balance hídrico que se realizará en los diferentes bajos se ha planteado mediante el modelo lluvia-escorrentía HEC-HMS, que se trabajará en dos modalidades de forma paralela: a escala diaria y a escala horaria. Para ello, se han obtenido las series climáticas de precipitación y evapotranspiración que se emplearán en función de las estaciones climáticas cercanas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de la red telemétrica del IHLLA. También se considerará la interacción con el agua subterránea siguiendo los lineamientos de trabajos previos en la zona (Verni *et al.*, 2003).

Ya se han adquirido equipos y elementos necesarios para realizar las investigaciones, pero buena parte de ellos son importados, lo que presenta dificultades logísticas: implica que ciertas tareas se retrasen hasta recibir los elementos. Los trabajos de recogida de datos continuarán luego de la finalización formal del proyecto, para poder obtener conclusiones más sólidas.

### LÍNEA 3: USO DE BIOINDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

Dado que el análisis de las variables fisicoquímicas del agua en forma aislada muchas veces no refleja por completo el estado del recurso hídrico, es recomendable incorporar el componente biótico entre las herramientas de monitoreo (Prat y Munné, 2014). Por ello, es importante darle relevancia a esta línea de trabajo que utiliza los bioindicadores para evaluar la calidad ecológica de las aguas (y de la cuenca en general) como otro componente por ser considerado y que puede aportar valiosa información para un mejor monitoreo y gestión del recurso.

Los peces son uno de los grupos biológicos que pueden utilizarse como bioindicadores. Esto se puede hacer mediante el uso de índices que emplean las características de las comunidades de peces para evaluar el estado ecológico del agua.

Se ha avanzado en la aplicación del Índice de Integridad Biótica (IBI) (*sensu* Karr, 1981). Este índice, como se anticipó, está basado en la estructura de las comunidades de peces; y, a partir

ciertas características de estas, que tienen que ver con cuáles especies están presentes y cuáles no, con sus abundancias relativas, etc., permite inferir el grado de perturbación de un curso de agua. El objetivo de esta etapa fue desarrollar un IBI adecuado a la cuenca del arroyo del Azul para evaluar la existencia de posibles perturbaciones ambientales en los distintos tramos del arroyo y así validar su uso como herramienta de monitoreo. Los muestreos consistieron en arrastres con red en seis tramos de arroyo, cubriendo sectores de la parte alta, media y baja de la cuenca y zonas preurbanas, urbanas y posurbanas. La ciudad de Azul se ubica a ambos márgenes del arroyo, entre los km 61 y 69 en la figura 4.

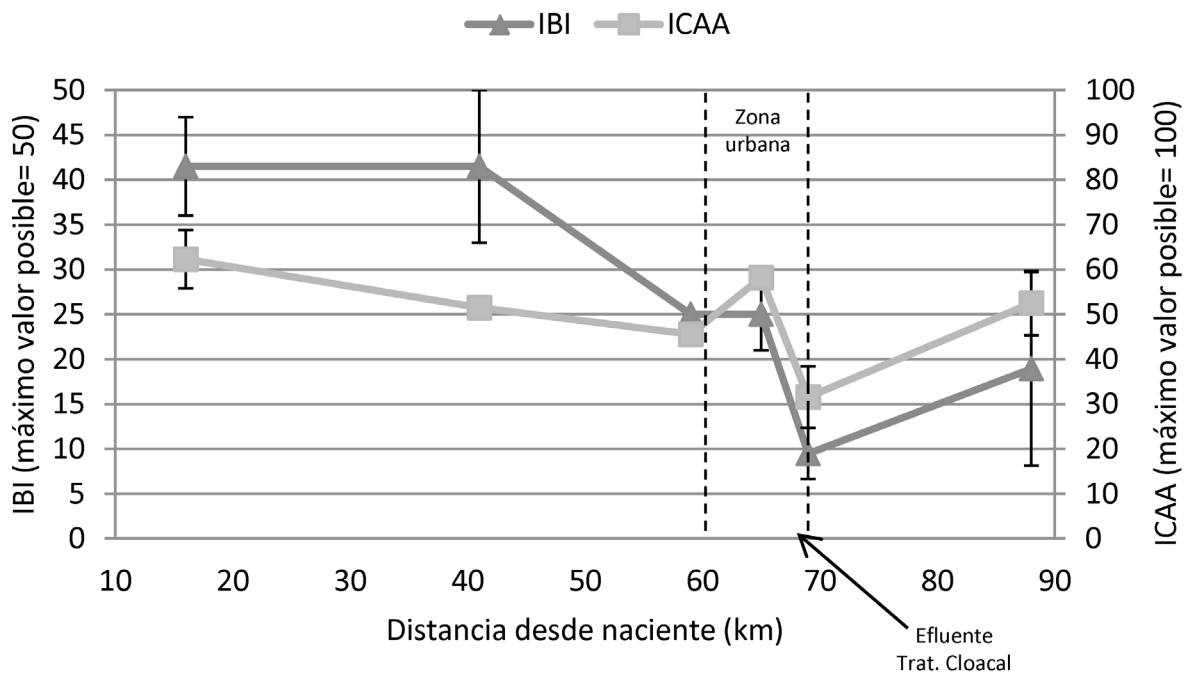


Figura 4. Valores resultantes de la aplicación del Índice de Integridad Biótica (IBI) e Índice de Calidad de Agua del arroyo del Azul (ICAA) en distintos tramos del arroyo del Azul, organizados de acuerdo a su distancia aproximada a la naciente (km 0). Las barras representan el error estándar para cada tramo estudiado. No existen valores intermedios entre puntos, por lo que las líneas que los unen son meramente referenciales. En la figura también se indica la extensión aproximada de la zona urbana y la ubicación de la descarga puntual del efluente producto del tratamiento de residuos cloacales (km 68)

También se analizaron las variables fisicoquímicas, para poder aplicarlas en el cálculo del índice de calidad de agua del arroyo del Azul (ICAA), y un índice fisicoquímico desarrollado localmente para el arroyo del Azul (Rodríguez *et al.*, 2010), a fin de comparar los resultados de ambos.

Con los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha se ha podido apreciar que el IBI, a través de la composición y características de la comunidad ictiofaunística, permite contrastar los distintos tramos del arroyo del Azul en cuanto a sus niveles de perturbación ambiental. También la aplicación del ICAA muestra tendencias similares. Los valores más altos para el IBI e ICAA se registraron en el sector correspondiente a cuenca alta (km 16 y km 41), mientras que los valores mínimos para ambos índices correspondieron al tramo donde se realiza la descarga del efluente del tratamiento cloacal, casi al final de la zona urbana (km 69), lo que evidencia cierta recuperación de calidad (depuración) aguas abajo, hacia la cuenca baja (km 88).

Si bien los muestreos de peces requieren de un esfuerzo de trabajo de campo considerable (por ejemplo, arrastres con redes, identificación de especies, etc.), estos son menos costosos en cuanto a que no se necesita de insumos de laboratorio o equipamiento tecnológico para las mediciones, ni de personal especializado para realizarlas, y esta es una de las principales ventajas que tiene el empleo del IBI como herramienta de monitoreo periódico de rutina. Se prevé en el futuro incorporar a los macroinvertebrados bentónicos como otro componente de la biota con utilidad en la bioindicación. A tal efecto, ya se han recolectado muestras en todos los tramos antedichos y se avanza en su análisis.

#### **LÍNEA 4: DETERMINACIÓN DEL FONDO QUÍMICO NATURAL DEL ACUÍFERO Y EVALUACIÓN DEL RIESGO PARA LA SALUD HUMANA Y EL GANADO VACUNO**

La salinidad del agua subterránea en la cuenca del arroyo del Azul aumenta de SO (cuenca alta) a NE (cuenca baja) en coincidencia con la dirección general del flujo subterráneo. En el sector llano de la cuenca, la geomorfología condiciona el movimiento del agua superficial y los procesos de recarga y descarga del acuífero; los principales procesos de evacuación del agua son la evaporación y la infiltración. Este sector se caracteriza además por la presencia de suelos salinos-sódicos, por la proximidad del nivel freático a la superficie del terreno y por la elevada salinidad del agua subterránea. Dadas estas características, la principal actividad humana desarrollada en este sector de la cuenca es la ganadería vacuna. El agua utilizada tanto para consumo humano como para bebida animal proviene del acuífero Pampeano.

Muchos elementos químicos son considerados tóxicos para consumo humano y bebida animal, y existen herramientas de Análisis de Riesgo Sanitario (ARS) que permiten estimar el nivel potencial de peligro para un receptor humano o animal, a partir del contacto con una sustancia química presente en el ambiente, caracterizando los efectos adversos potenciales y su probabilidad de ocurrencia. Esto permite identificar, evaluar, seleccionar e implementar acciones para reducirlos de un modo más eficiente (NRC, 1983). Las herramientas de gestión utilizadas en la actualidad presentan ciertas limitaciones, tales como considerar un solo tipo de individuo expuesto, desconsiderar diversas situaciones de exposición y evaluar cada sustancia de forma individual, sin tener en cuenta el riesgo del conjunto de sustancias presentes en el ambiente. Por lo tanto, los ARS se convierten en herramientas idóneas para la evaluación integral de la calidad del agua para consumo humano y bebida animal, principalmente en este último caso, en que las regulaciones existentes no protegen a los bovinos de todas las sustancias que pueden ser encontradas en los cuerpos de agua.

Se busca proponer un modelo hidrogeoquímico conceptual que explique cuáles son los principales procesos naturales que controlan la química del agua subterránea en los sectores medio-bajo de la cuenca del arroyo del Azul; establecer su fondo químico natural e identificar los procesos que lo modifican (actividades humanas); cuantificar el riesgo para la salud humana y el ganado vacuno por consumo de agua subterránea; y proponer directrices para la gestión del agua.

Se realizaron dos muestreos de agua subterránea durante septiembre de 2016 y febrero de 2017. En la primera campaña se muestrearon 47 puntos y en la segunda 48, por lo que se cuenta con un total de 95 análisis químicos. Las muestras proceden de dos redes de piezómetros, una freática (3-10 m de profundidad) y otra de 30 m de profundidad, y de pozos de particulares (molinos y bombas sapo). En campo se midió pH, temperatura y conductividad eléctrica (CE), y en el laboratorio del IHLLA se

analizaron los contenidos de Ca, Mg, Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, F, As, SiO<sub>2</sub>, Fe, Mn y se midieron los parámetros pH y CE.

Se avanzó en el desarrollo de una metodología para la evaluación cuantitativa del riesgo que representa para la salud humana y el ganado vacuno (para producción cárnica) el consumo de agua subterránea con contenidos de nitrato, fluoruro y arsénico, entre otros.

Se trabajó en la caracterización probabilística de los parámetros para el cálculo de las dosis de exposición (ingesta de agua, frecuencia y duración de la exposición, y peso corporal) según el modelo básico de Análisis de Riesgo para la Salud probabilístico (NRC, 1983, 1994; USEPA, 1992) con Crystal Ball 11.1 (Decisioneering, 2007) para efectos no carcinogénicos crónicos. En el caso del ganado, la tasa de ingesta varía con la temperatura ambiente. Por lo tanto, se utilizaron los datos provenientes de estaciones meteorológicas de la zona de estudio.

Dado que la base metodológica de un análisis de riesgo es la confrontación de la dosis de exposición de la sustancia con un referencial, que en el caso de los bovinos está ausente, se aplicó la metodología de extrapolación interespecífica (USEPA, 2011, 2014) para obtener valores umbrales de toxicidad (a partir de información de animales de laboratorio) y poder así evaluar el riesgo, debido a la ausencia de información de toxicidad crónica en el ganado vacuno.

Se definió un escenario de exposición residencial al riesgo y se consideraron cuatro tipos de individuos expuestos a diferentes edades (5, 10, 15 años y adultos). En el caso de los bovinos, se consideraron terneros y vacas adultas. El riesgo se calculará siguiendo la metodología propuesta por USEPA (1999, 2001, 2003).

A partir del estudio hidroquímico, se calculará el fondo químico natural del acuífero Pampeano en los sectores medio y bajo de la cuenca. Estos valores de referencia serán utilizados en el monitoreo de la calidad química del agua subterránea. El riesgo para la salud humana y animal se calculará con herramientas de ARS.

La aplicación de la herramienta de riesgo para la salud humana y el ganado bovino a partir del consumo de agua permitirá conocer el valor de riesgo de las distintas sustancias en diferentes edades de la población (humana rural y de los bovinos), y conocer la contribución de cada sustancia al riesgo conjunto, en cada grupo considerado. Se obtendrán valores puntuales del riesgo y se evaluará la posibilidad de realizar una distribución espacial de él.

Este estudio puede ser un aporte interesante para la gestión ambiental, sobre todo en relación con los productores ganaderos. Esta información podría ser útil para la toma de decisiones, tanto preventivas como reparadoras. Además, implementar el análisis de riesgo amplía la base informativa para la toma de decisiones.

## LÍNEA 5: EXPORTACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, FÓSFORO Y NITRÓGENO EN UNA CUENCA AGRÍCOLA

El estudio de la exportación de sedimentos y nutrientes de una cuenca agrícola y de los procesos intervinientes permite evaluar la pérdida de suelos y su importancia, y estimar la relevancia de adoptar prácticas

de manejo del suelo para conservar su potencial productivo y para reducir la afectación del ambiente en general (Álvarez-Cobelas y Angeler, 2007). La producción o exportación de una cuenca es la cantidad total de materia que fluye hacia fuera, medida en un punto de referencia y en un período de tiempo específico (Vanoni, 1975). Si se piensa en la cuenca como unidad funcional del paisaje, su producción de sedimentos y nutrientes refleja sus características, historia, desarrollo, uso y manejo.

En Argentina, la exportación de sedimentos y nutrientes fue cuantificada mayormente para los grandes ríos de la cuenca del Plata, mientras que en la región pampeana, los trabajos de cuantificación de la exportación en cuencas son escasos, y mayormente basados en estimaciones indirectas por medio de modelos como la ecuación universal de pérdida de suelo –USLE– (Gaspari *et al.*, 2009), aunque los resultados no están validados con datos de campo sobre la exportación real. La falta de mediciones en sistemas fluviales no permite predecir valores realistas de la exportación de las cuencas, por lo que el papel de los ríos en el sistema de denudación global sigue siendo solo parcialmente entendido. Los trabajos basados en datos medidos son insuficientes, y están relacionados con eventos de lluvia-escorrentía (Ares *et al.*, 2014) o apoyados en datos de monitoreos realizados con una frecuencia escasa (Geraldí, 2011).

La relación entre la concentración de materiales transportados y el caudal de salida de una cuenca de drenaje puede ser representada y analizada mediante los ciclos de histéresis (véase figura 5). Esta relación brinda información acerca de los procesos de erosión y transporte; permite estimar los aportes debidos al caudal base y de la escorrentía superficial directa, y proponer relaciones con los factores condicionantes mencionados con anterioridad.

El objetivo general de este proyecto es analizar la salida de sedimentos y nutrientes en una cuenca agrícola ganadera del centro de la provincia de Buenos Aires, con el fin de evaluar la pérdida de suelos y generar modelos explicativos de este proceso.

El área de trabajo es la cuenca del arroyo Santa Catalina (con una superficie total de 143,1 km<sup>2</sup> y una longitud aproximada de 25 km), ubicada en la cabecera del arroyo del Azul.

Como parte de las tareas se tomaron muestras en tres eventos de lluvia-escorrentía, cuyos resultados aún se están procesando. La toma de muestras de agua se realiza manualmente durante los eventos de crecida, de forma diaria a subdiaria, y en laboratorio se determinan la concentración de los sólidos suspendidos, nitrato, fósforo total y soluble, conductividad eléctrica y cloruro. Además, se realizan muestreos esporádicos, quincenales a mensuales, para evaluar las mismas variables en condiciones de caudal base. Se cuenta con información de lluvias y de caudal, a partir del registro continuo de una estación meteorológica en el sector de cuenca alta y de una estación limnigráfica cercana al punto de salida de la cuenca.

La cuantificación de la exportación de sólidos suspendidos se realizó por diferentes métodos (Guyot *et al.*, 1999), estimándose la pérdida anual en 2185 toneladas (153 kg/ha/año). Las pérdidas anuales de P y N rondarían las 37 y 325 toneladas anuales respectivamente (estimaciones provisorias), equivalentes a 2,58 y 22,7 kg/ha/año.

La tendencia general observada es que la concentración de sólidos suspendidos y de las formas de P es mayor en la fase de crecida del hidrograma, lo que genera una relación concentración

vs. caudal con formas de ciclo con sentido horario. Se interpreta que esto se debe a que los aportes de estos materiales están vinculados al lavado de suelo superficial, influenciados por la energía erosiva y de transporte del evento de lluvia.

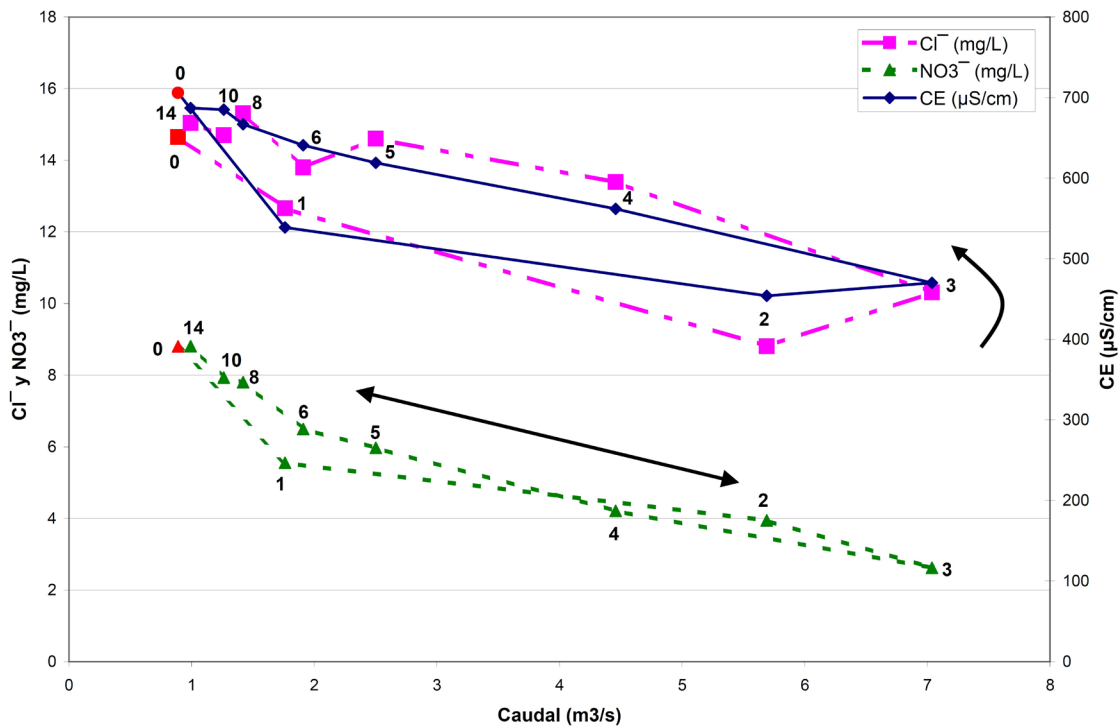


Figura 5. Relación concentración vs. caudal para un evento de lluvia escorrentía. Con la flecha se indica el sentido de los ciclos de histéresis, y con números los días transcurridos desde la lluvia

En cambio, la relación entre la conductividad eléctrica y las concentraciones de  $\text{Cl}^-$  y N en función del caudal formarían ciclos antihorarios, provocados por un efecto de dilución en la fase de crecida, por el ingreso de la escorrentía directa, y un posterior aporte de estos elementos al incrementarse los aportes de agua subterránea y del suelo subsuperficial. Estos últimos estarían asociados a la infiltración del agua de lluvia en el suelo y posterior descarga hacia el cauce.

Se están aplicando descriptores matemáticos (Butturini *et al.*, 2006) que permiten comparar los ciclos de histéresis y buscar asociaciones estadísticas con los potenciales factores (climáticos, hidrológicos, fenológicos) que intervienen en los procesos de erosión y transporte hídricos, a fin de postular un modelo conceptual explicativo.

## COMENTARIOS FINALES

Este proyecto permitió que líneas de trabajo secundarias, que no disponían de financiación de forma autónoma, tuvieran la posibilidad de crecer y desarrollar sus trabajos, ampliando las miradas y el enfoque sobre el ciclo hidrológico para hacerlo más multidisciplinar, al tiempo que se desarrollaron técnicas de trabajo y metodologías nuevas.

También permitió mejorar la integración entre personas que trabajan en temas diferentes, lo cual potencia las sinergias y las capacidades de la institución. Estos beneficios trascienden el período formal de este proyecto, y continuarán en el futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALI, G. A.; L'HEUREUX, C.; ROY, A. G.; TURMEL, M. C. y COURCHESNE, F. (2011). "Linking Spatial Patterns of Perched Groundwater Storage and Stormflow Generation Processes in a Headwater Forested Catchment". *Hydrological Processes*, vol. 25, n.º 25, pp. 3843-3857.
- ALI, G. A.; TETZLAFF, D.; SOULSBY, C. y McDONNELL, J. J. (2012). "Topographic, Pedologic and Climatic Interactions Influencing Streamflow Generation at Multiple Catchment Scales". *Hydrological Processes*, vol. 26, n.º 25, pp. 3858-3874. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.8416>
- ÁLVAREZ-COBELAS, M. y ANGELER, D. G. (2007). "Exportación de nutrientes en las cuencas hidrográficas de Latinoamérica: una recopilación". *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, vol. 3, n.º 1, pp. 31-43.
- ARES, M. G.; VARNA M. y CHAGAS, C. (2014). "Erosión hídrica en una microcuenca agrícola bajo siembra directa del centro de la Provincia de Buenos Aires". *Ciencia del Suelo*, vol. 32, n.º 2, pp. 259-270.
- BUTTURINI, A.; GALLART, F.; LATRON, J.; VÁZQUEZ, E. y SABATER, F. (2006). "Cross-Site Comparison of Variability of DOC and Nitrate c–q Hysteresis During the Autumn–Winter Period in Three Mediterranean Headwater Streams: a Synthetic Approach". *Biogeochemistry*, vol. 77, pp. 327-349.
- CROKE, J. (2005). "Sediment Concentration Changes in Runoff Pathways from a Forest Road Network and the Resultant Spatial Pattern of Catchment Connectivity". *Geomorphology*, vol. 68, n.º 3-4, pp. 257-268.
- DECISIONEERING (2007). Crystal Ball. Version 11.1 software.
- FERTONANI, M. E. y PRENDES, H. (1983). "Hidrología en área de llanura. Aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos". En FUSCHINI MEJÍA M. C. (Ed.). *Hidrología de las Grandes Llanuras. Coloquio de Olavarría*. Vol. 3. Buenos Aires: UNESCO/Secretaría Nacional de Recursos Hídricos, pp. 787-864.
- FITZJOHN, C. TERNAN, J. L. y WILLIAMS, A. G. (1998). "Soil Moisture variability in a Semi-Arid Gully Catchment: Implications for Runoff and Erosion Control". *Catena*, vol. 32, n.º 1, pp. 55-70.
- FUSCHINI MEJÍA, M. C. (1994). *El agua en las llanuras*. Montevideo: UNESCO/ORCYT.
- GASPARRI, F. J.; DELGADO, M. I. y DENEGRI, G. A. (2009). "Estimación espacial, temporal y económica de la pérdida de suelo por erosión hídrica superficial". *Terra Latinoamericana*, vol. 27, n.º 1, pp. 43-51.

- GERALDI, A. (2011). "Determinación de cargas de nitrógeno y fósforo en cuencas hidrográficas pampeanas". *Contribuciones Científicas*, vol. 23, pp. 121-130.
- GERALDI, A. y PICCOLO, M. C. (2012). "Evaluación de las cargas de contaminantes en la cuenca del arroyo Pigüé mediante la aplicación de modelos". En *Actas de las IX Jornadas Nacionales de Geografía Física*. Bahía Blanca: UNS, pp. 40-49.
- GUEVARA O. C. (2015). *Una metodología para el manejo integral de extremos hídricos en una cuenca rural en zona de llanura. Caso de Estudio: Cuenca Arroyo Santa Catalina, Provincia de Buenos Aires*. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, Ciencias Naturales y Museo (UNLP).
- GUYOT, J. L.; JOUANNEAU J. M. y WASSON, J. G. (1999). "Characterisation of River Bed and Suspended Sediments in the Rio Madeira Drainage Basin (Bolivian Amazonia)". *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 12, pp. 401-410.
- KARR, J. (1981). "Assessment of Biotic Integrity Using Fish Communities". *Fisheries*, vol. 6, pp. 21-27.
- LANE, S. N. (2003). *Land Management, Flooding and Environmental Risk: New Approaches to a Very Old Question*. Actas de la "CIWEM Conference", Harrogate, Reino Unido.
- LEIBOWITZ, S. G. y VINING, K. C. (2003). "Temporal Connectivity in a Prairie Pothole Complex". *Wetlands*, vol. 23, n.º 1, pp. 13-25.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1983). *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. Washington DC: The National Academies Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1994). *Science and Judgement in Risk Assessment*. Washington DC: The National Academies Press.
- PRAT, N. y MUNNÉ, A. (2014). "Biomonitoreo de la calidad del agua en los ríos ibéricos: lecciones aprendidas", *Limnetica*, vol. 33, pp. 47-64.
- PRINGLE, C. (2003). "What is Hydrologic Connectivity and Why Is It Ecologically Important?". *Hydrological Processes*, vol. 17, n.º 13, pp. 2685-2689.
- RODRÍGUEZ, L.; GONZÁLEZ CASTELAIN, J.; PELUSO, F. y OTHAX, N. (2010). "Desarrollo de un índice de calidad de agua para la cuenca del arroyo del Azul, Buenos Aires, Argentina". En VARNI, M.; ENTRAIGAS, I. y VIVES, L. (Eds.). *Libro de Actas del I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras*. Mar del Plata: Editorial Martín, pp. 713- 720.
- SCIOLI, C.; PEDRAZA, R.; BURGOS, G. y ZIMERMANN, E. (2013). "Identificación y evaluación de áreas fuente variables en sistemas hidrológicos de llanura". Presentado en el XXIV Congreso Nacional del Agua 2013, San Juan, Argentina.
- TETZLAFF, D.; McNAMARA, J. P. y CAREY, S. K. (2011). "Measurements and Modelling of Storage Dynamics Across Scales". *Hydrological Processes*, vol. 25, pp. 3831-3835.

- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1992). "Guidelines for Exposure Assessment". *Federal Register*, vol. 57, n.º 104, pp. 22888-22938.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1999). "Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemicals Mixtures". Risk Assessment Forum. Washington DC.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2001). *General Principles for Performing Aggregate Exposure and Risk Assessments*. Washington DC: USEPA, Office of Pesticide Programs. Recuperado de <<http://www.epa.gov/pesticides/trac/science/aggregate.pdf>>.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2003). *Framework for Cumulative Risk Assessment*. Washington DC: USEPA, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, EPA/630/P-02/001F.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2011). *Recommended Use of Body Weight<sup>3/4</sup> as the Default Method in Derivation of the Oral Reference Dose*. Washington DC: USEPA, Office of the Science Advisor Risk Assessment Forum, EPA/100/R11/0001.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2014). *Guidance for Applying Quantitative Data to Develop Data-Derived Extrapolation Factors for Interspecies and Intraspecies Extrapolation*. Washington DC: USEPA, Office of the Science Advisor Risk Assessment Forum, EPA/100/R-14/002F.
- VANONI, V. A. (1975). *Sedimentation Engineering. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices. Vol. 54*. Reston: ASCE.
- VARNI, M. y RIVAS, R. (1999). "Relación entre aguas superficiales y subterráneas en un cuerpo de agua en la llanura bonaerense". *Actas de las VII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*, La Pampa, 1 al 3 de diciembre de 1999, pp. 337-344. Recuperado de <[http://www.azul.bdh.org.ar/bdh3/archivos/publications/71814/Relacion\\_entre\\_aguas\\_superficiales.pdf](http://www.azul.bdh.org.ar/bdh3/archivos/publications/71814/Relacion_entre_aguas_superficiales.pdf)>.
- VARNI, M. et. al. (2003). "Interacción de un cuerpo de agua superficial con el agua subterránea en la llanura pampeana", *Información Tecnológica*, vol. 14, n.º 6, pp. 97-104.



## DESARROLLO DE PROCESOS DESTINADOS A MINIMIZAR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS CURTIEMBRES DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

M. E. Errasti, L. Cortizo, L. M. I. López, M. L. Garro, P. Ungaro, M. Aguyaro, B. Galarza\*

Centro de Investigación y Tecnología del Cuero (CITEC)  
citecinvestigacion@gmail.com

### RESUMEN

*La industria curtidora es una de las más tradicionales de nuestro país y al mismo tiempo genera, a través del curtido, una variedad de desechos que resultan contaminantes para el medioambiente. La implementación de tecnologías limpias y el tratamiento integral de los residuos sólidos y líquidos resulta fundamental para minimizar el impacto ambiental y cumplir con la legislación vigente. Mediante la obtención, producción y caracterización de extractos enzimáticos vegetales y fúngicos se logró depilar la piel bovina a escala laboratorio, sin daño apreciable en la capa reticular colagénica. Además, el residuo sólido pelo bovino actuó como sustrato para el crecimiento de especies fúngicas y para la producción de un pool enzimático aplicable en la curtiembre. Por medio del tratamiento biológico de los efluentes líquidos se logró disminuir la demanda química de oxígeno (DQO) hasta valores aceptables para su descarga, con un tiempo de retención hidráulico de 60 h para una relación alimento/microorganismo ( $F/M= 0,47/\text{día}$ ), DQO inicial 5000 mg  $O_2/L$  y DQO final 250 mg  $O_2/L$ .*

**Palabras clave:** curtiembre, residuo pelo, depilado, enzimas fúngicas, enzimas vegetales, efluentes líquidos.

---

\* CITEC. Camino Centenario ente 505 y 508, (1896) Gonnet, Teléfono: +54 (0221) 484-1876.  
M. E. Errasti: eerrasti@gmail.com; L. Cortizo: cortizolore@gmail.com; L. M. I. López: lmiilopez@yahoo.com.ar;  
M. L. Garro: mariagarro12@gmail.com; P. Ungaro: ungaro2001@yahoo.com.ar; M. Aguyaro: agu\_mj@yahoo.com.ar;  
B. Galarza: betinagal@hotmail.com



## INTRODUCCIÓN

La industria curtidora es una de las más tradicionales de nuestro país, con un alto impacto en la generación de empleo y en la balanza comercial. Se revela como el primer eslabón en la generación de valor agregado al transformar un subproducto de la industria cárnica –la piel– en un producto que satisface diversas necesidades humanas –el cuero–. Sin embargo, a través del complejo proceso tecnológico del curtido se producen una variedad de desechos que resultan contaminantes para el medioambiente.

Alrededor del 60 % de las curtiembres de nuestro país se ubican en la provincia de Buenos Aires. La Asociación de Curtidores de la Provincia de Buenos Aires (ACUBA) agrupa firmas de la zona sur del primer anillo del Gran Buenos Aires, y en total cuenta con alrededor de cuarenta socios. Existe una gran cantidad de pequeñas curtiembres, pymes que trabajan con una escala reducida de producción, bajo nivel de automatización y fuerte impacto ambiental.

La aplicación de tecnologías limpias en la industria del cuero tiene como objeto armonizar las necesidades productivas con las expectativas ambientales ecosustentables y contribuir a disminuir la huella de carbono, satisfaciendo las exigencias internacionales medioambientales. En este sentido, resulta fundamental incorporar procesos menos contaminantes y sistemas más eficientes para el tratamiento de los efluentes.

El proyecto que se desarrolla en el CITEC pretende aportar a la solución del problema mediante un abordaje interdisciplinario dirigido a la tecnología de proceso y al tratamiento y valorización de los residuos. A este respecto, la implementación de tecnologías limpias y su consecuente disminución en la generación de residuos es imprescindible debido a que la legislación que se aplica actualmente en el país (Ley 24051/92 de Residuos Peligrosos) establece límites estrictos para la descarga de efluentes tanto líquidos como sólidos.

Durante el curtido, una de las primeras etapas que generan mayor contaminación es el proceso de depilado tradicional a base de sulfuro de sodio y cal. Sin embargo, en los últimos años se ha incorporado una metodología más limpia, la del “depilado conservador del pelo asistido con enzimas”. Mediante un mecanismo de “inmunización” a base de cal (1-2 %), el pelo depilado es separado del sistema como residuo sólido, conservando sus propiedades de fibra. Este proceso disminuye en un 30 % los sólidos totales, en un 70 % los sólidos suspendidos sedimentables, en un 50 % la DQO y en un 50 % la demanda bioquímica de oxígeno (DBO); la utilización de enzimas (dosis 0,5 %-0,7 %) como asistentes del sulfuro de sodio reduce el empleo de este de 3,7 kg S<sup>-2</sup>/ton de piel salada a 2,5 kg S<sup>-2</sup>/ton de piel salada. El proceso de depilado asistido con enzimas, comparado con el método clásico a base de sulfuro de sodio, trae aparejada una disminución del 50 % en el contenido de sulfuro en el efluente, así como de un 40 % de los sólidos suspendidos, lo que reduce la emisión de olores y permite, por simple oxidación, convertir el sulfuro en sulfato, en concentraciones que cumplen con las especificaciones establecidas (Crispim y Mota, 2003).

La descarga de sulfuro gaseosa, líquida y sólida en el efluente no solo está estipulada en límites precisos sino que la generación de gas sulfhídrico como consecuencia de las altas concentraciones en el fulón supera con valores de pH 9 el umbral olfatorio con su correspondiente riesgo para la salud del operario.

La utilización de enzimas para reemplazar totalmente el sulfuro de sodio se presenta como un desafío, ya que el mecanismo de proteólisis es de difícil control debido a que perdura la acción enzimática sobre la estructura de la capa reticular colagénica, influyendo notablemente en las propiedades del cuero elaborado (Galarza *et al.*, 2012). La caracterización enzimática a través de su actividad específica y su correlato en la acción sobre la piel son necesarias para poder utilizar las enzimas comercialmente, sin desmedro del producto final.

Entre los residuos sólidos generados, el *residuo pelo* (RP) producido en el depilado conservador, que oscila en valores de entre el 10 % y el 20 % del peso de las pieles saladas, constituye un serio problema debido a la magnitud de su volumen. Para la separación *in situ* es necesario el diseño de equipamiento adecuado eficiente y de fácil acceso desde el punto de vista económico.

La generación de viruta de colágeno, proveniente del rebajado de la piel curtida, constituye otro problema. Actualmente se han implementado procesos de hidrólisis alcalino-enzimático, pero la aplicación de preparados enzimáticos de costo elevado hace difícil su aplicación.

En cuanto a los efluentes líquidos, las curtiembres descargan en sus aguas residuales un volumen de líquido de 30-35 L/kg de piel procesada, altas concentraciones de sólidos suspendidos, DBO, DQO y taninos, incluyendo cromo, a pH variable (Nandy *et al.*, 1999).

La eficiencia en la biodegradación de los residuos líquidos de curtiembre, mediante procesos de lodos activados, se caracteriza mediante la determinación de parámetros fisicoquímicos y bioindicadores. En este sentido, el buen funcionamiento de un sistema de purificación puede definirse por la presencia o ausencia de ciertos tipos de microorganismos (Haydar *et al.*, 2007).

## OBJETIVOS GENERALES

A través de un enfoque interdisciplinario que involucra aspectos relacionados con la tecnología de producción, el tratamiento de efluentes y el diseño racional de los procesos y el equipamiento en el marco de la implementación de tecnologías innovadoras y ecocompatibles, se pretende lograr ventajas competitivas para las curtiembres de la provincia de Buenos Aires, que involucren mejoras en los parámetros ambientales de la actividad.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aislar, producir y caracterizar enzimas fúngicas y vegetales para ensayar su aplicación en distintas etapas del proceso de curtido, incluido el tratamiento de residuos sólidos.
- Aplicar y caracterizar tratamientos físico-químicos y biológicos para la depuración de los efluentes líquidos de curtiembre.

## 1. PROTEASAS VEGETALES PARA UN DEPILADO ENZIMÁTICO ECOCOMPATIBLE

### **Materiales y métodos**

#### **1.1. Obtención y caracterización de preparados proteolíticos de origen vegetal**

Los preparados proteolíticos de origen vegetal fueron obtenidos a partir de frutos de *Vasconcellea quercifolia*, *Bromelia hieronymi*, *Bromelia balansae* y *Pseudananas macrodentes*; se obtuvieron preparaciones proteolíticas de acuerdo a protocolos ya establecidos (Torres *et al.*, 2010; Bruno *et al.*, 2003; Pardo *et al.*, 2000; López *et al.*, 2000). La actividad proteolítica de las preparaciones fue determinada a 35 °C en *buffer* Tris-HCl 0,1 M, pH 8, usando caseína como sustrato y cisteína 20 mM, ya que las mismas poseen proteasas del tipo cisteínico.

#### **1.2. Caracterización de los preparados proteolíticos frente a sustratos representativos de la piel animal**

Se utilizaron los sustratos polvo azul de piel (HPA), azul de queratina (KA) y sustrato epidermis como representativos de colágeno, queratina y capa epidermis, respectivamente (Cantera *et al.*, 2003). Las actividades fueron medidas a 35 °C en *buffer* Tris-HCl 0,1 M y pH 8, con cisteína 20 mM. Las unidades enzimáticas fueron definidas de acuerdo a Cantera *et al.* (2003). Los valores fueron comparados con el de una enzima depilante comercial (New 1875, Cergen).

#### **1.3. Ensayos del proceso de depilado enzimático**

Muestras de piel de bovino (4 g) fueron sometidas al proceso de remojo en vasos de precipitado, incubando durante 24 h a 25 °C en medio acuoso con 0,2 % de bactericida, 0,3 % de tensioactivo y 0,13 % de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Luego fueron incubadas con diferentes concentraciones de enzimas vegetales en *buffer* Tris-HCl 0,1 M pH 8 con cisteína 20 mM durante 24 h a 25 °C. El control se obtuvo realizando el mismo procedimiento ya descrito, sin agregar las preparaciones enzimáticas. El efecto depilante fue evaluado por un raspado superficial suave. Superficies y cortes transversales de las pieles tratadas se observaron mediante microscopio electrónico de barrido (MEB).

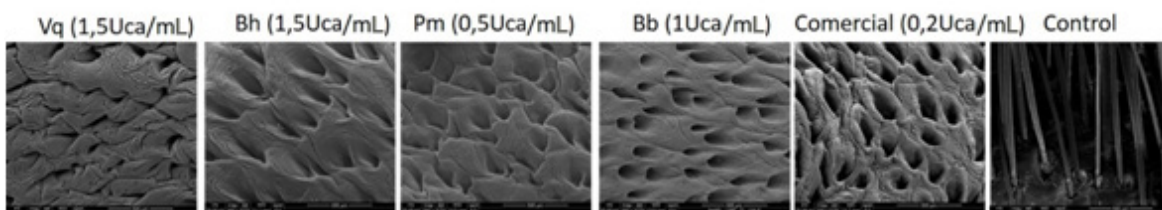
### **Resultados**

**1.1. y 1.2.** En la tabla 1 se muestran los valores de actividad enzimática de los extractos vegetales obtenidos a partir de *Vasconcellea quercifolia* (Vq), *Bromelia hieronymi* (Bh), *Pseudananas macrodentes* (Pm), *Bromelia balansae* (Bb) y la enzima comercial.

	Vq	Bh	Pm	Bb	Comercial
Actividad caseinolítica (UCa/mg)	1,4±0,2	0,17±0,02	0,09±0,02	0,04±0,01	0,09 ±0,01
Actividad queratinolítica (U <sub>KA</sub> /mg)	7±3	1,2±0,5	0,5±0,1	0,04±0,01	0,5±0,1
Actividad colagenolítica (U <sub>HPA</sub> /mg)	2471±400	346±13	181±27	55±7	132±35
Actividad sobre sustrato epidermis (U <sub>E</sub> /mg)	40±3	3,8±0,9	2,6±0,3	0,7±0,2	2,5±0,1

Tabla 1

1.3. Todas las preparaciones vegetales fueron capaces de depilar la piel vacuna luego de 24 h a 25 °C. Sin embargo, se requirieron diferentes concentraciones para lograr un depilado homogéneo. Fotomicrografías obtenidas por MEB (500X) de la superficie depilada permitieron observar poros limpios y eliminación completa de la capa epidermis sin daño aparente.



Fotomicrografía 1

En las fotomicrografías electrónicas de barrido de cortes transversales, en cambio, no se observó alteración de los haces de colágeno con respecto a la piel no tratada (Control).

## 2. QUERATINASAS FÚNGICAS PARA UN DEPILADO ENZIMÁTICO ECOCOMPATIBLE

### Materiales y métodos

#### 2.1. Aislamiento de enzimas fúngicas queratinolíticas

Especies fúngicas pertenecientes a las clases deuteromycetes y ascomycetes fueron aisladas a partir de muestras de suelo local mediante la técnica del lavado de suelo (Elíades *et al.*, 2010) y el método del anzuelo (Vanbreuseghem, 1952). Se identificaron taxonómicamente mediante micro y macromorfología y se conservaron mediante repiques en Agar Sabouraud con cloranfenicol.

## 2.2. Producción de enzimas fúngicas queratinolíticas: fermentación en sustrato sólido

A partir de las cepas aisladas cultivadas en Agar Sabouraud, se realizaron cultivos en placas de Petri con RP como sustrato (Galarza *et al.*, 2014), y se incubaron durante 28 días a 28 °C en atmósfera húmeda. El *pool* enzimático se extrajo mediante una solución 0,5 N de NaCl.

## 2.3. Observación mediante microscopio electrónico de barrido (MEB) del crecimiento fúngico sobre el RP

Las muestras de RP con crecimiento fúngico visible se fijaron primero en formol al 4 % y al 5 % durante 7 h. Posteriormente, se deshidrataron en alcohol etílico al 30 %, 50 %, 70 % y 100 %, se secaron por punto crítico de CO<sub>2</sub>, se montaron y se metalizaron. La observación se realizó con MEB de alto vacío.

## 2.4. Caracterización y screening de actividad enzimática

La actividad queratinolítica de los extractos obtenidos se determinó ante sustrato RP y azul de queratina (KA) (Galarza *et al.*, 2016; Cantera *et al.*, 2003).

## 2.5. Aplicación de extractos enzimáticos en tecnología del cuero

Se sometieron muestras de piel de bovino (3 g) al proceso de remojo, depilado y purga en vasos de precipitado, incubando durante 48 h a 25 °C con el extracto enzimático a pH 9, con 0,2 % de bactericida TCMTB y con 0,5 % de tensioactivo a 37 °C en agitación 40 rpm; los cortes de tejido se fijaron en formol 4 %. El control se obtuvo realizando el mismo procedimiento ya descrito, sin agregar el extracto enzimático. Posteriormente, se siguió el protocolo mencionado en el punto 2.3. para su observación en MEB.

## Resultados

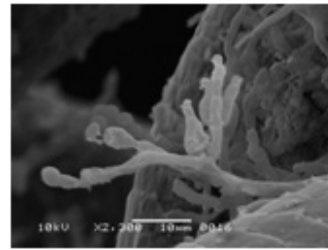
2.1. Las cepas aisladas fueron identificadas como pertenecientes a los siguientes géneros y especies: *Neurospora tetrasperma*, *Verticillium albo-atrum*, *Trichophyton ajelloi*, *Chrysosporium sp*, *Aspergillus nidulans*, *Paecilomyces lilacinus*, *Acremonium murorum*, *Microsporium gypseum*, *Scopulariopsis sp*, *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium oxysporum*.

## 2.2. y 2.3. Observación en MEB del crecimiento de especies fúngicas sobre RP

En la fotomicrografía 2 se observa el crecimiento de *Trichophyton ajelloi* donde los tips hifales, a manera de "micelio perforador", penetran a través de las células cuticulares del pelo. En la fotomicrografía 3 se observa el crecimiento de *Penicillium chrysogenum* creciendo sobre RP el cual presenta micelio con filiales características y conidias emergentes creciendo sobre las fibras.



Fotomicrografía 2. *Trichophyton ajelloi* creciendo sobre residuo pelo (x1800)



Fotomicrografía 3. *Penicillium chrysogenum* creciendo sobre residuo pelo (X 2300)

2.4. En la tabla 2 se muestran los valores de actividad queratinolítica (KA y RP) de los extractos fúngicos obtenidos a partir de *Neurospora tetrasperma*(NT), *Verticillum albo-atrum* (VAA), *Trichophyton ajelloi* (TA), *Chrysosporium sp* (Csp), *Aspergillus sidowii* (AS), *Paecilomyces lilacinus* (PL), *Acremonium murorum* (AM), *Microsporium gypseum* (MG), *Scopulariopsis sp* (Ssp), *Penicillium chrysogenum* (PC), *Fusarium oxysporum* (FO).

	NT	VAA	TA	Csp
Actividad queratinolítica (U <sub>KA</sub> /mg)	1,82±0,05	0,59±0,03	7,6±0,5	1,06±0,07
Actividad queratinolítica (U <sub>RP</sub> /mg)	1,6±0,08	1,26±0,05	30,1±4	0,93±0,05

	AS	PL	AM	MG
Actividad queratinolítica (U <sub>KA</sub> /mg)	1,14±0,3	0,96±0,08	1,13±0,06	5,26±0,04
Actividad queratinolítica (U <sub>RP</sub> /mg)	4,65±0,6	6,6±0,3	7,63±0,5	20,8±3

	Ssp	PC	FO
Actividad queratinolítica (U <sub>KA</sub> /mg)	3,2±0,2	3,1±0,3	4,3±0,8
Actividad queratinolítica (U <sub>RP</sub> /mg)	9,1±0,5	10,3±0,5	9,7±0,6

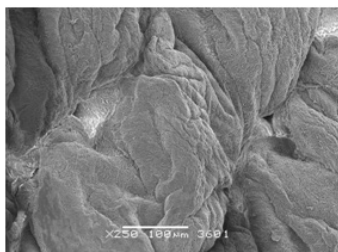
Tabla 2

Se observa actividad queratinolítica en todas las cepas seleccionadas frente al sustrato comercial (KA) y natural (RP).

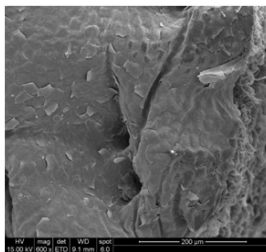
2.5. Los extractos enzimáticos de aquellas especies no patógenas para el hombre o los animales que fueron seleccionadas para su aplicación a la etapa de ribera de pieles bovinas fueron: *Neurospora tetrasperma* (NT), *Verticillum albo-atrum* (VAA), *Trichophyton ajelloi* (TA), *Chrysosporium sp* (Csp), *Aspergillus sidowii* (AS), *Paecilomyces lilacinus* (PL), *Acremonium murorum* (AM). Se observó acción depilante en todos los extractos fúngicos aplicados, menos en los casos de AM y VAA. Entre los que mayor efecto

causaron se encontró TA, donde se observó pérdida de folículos pilosos en la piel bovina y ausencia de epidermis (fotomicrografía 4). En otros sectores de piel se observaron también folículos pilosos vacíos, pero estrato córneo de aspecto característico (fotomicrografía 5).

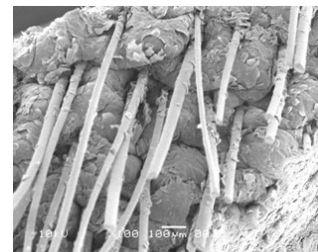
En la piel control el colágeno presentó su distribución característica y se distinguieron los estratos de la epidermis (fotomicrografía 6).



Fotomicrografía 4. Trozo de piel de bovino depilada mediante el extracto enzimático de *Trichophyton ajelloi* (250x)



Fotomicrografía 5. Trozo de piel de bovino depilada mediante el extracto enzimático de *Trichophyton ajelloi* (600x)



Fotomicrografía 6. Trozo de piel de bovino control: el colágeno presentó su distribución característica y se distinguieron los estratos de la epidermis

## Conclusiones

A través de las experiencias de aplicación de los preparados enzimáticos tanto fúngicos como vegetales se determinó su capacidad depilante sobre la piel bovina.

Mediante el cultivo de cepas fúngicas utilizando residuo pelo como sustrato, se puede obtener una disminución del volumen del residuo, mayor disponibilidad para su aplicación como enmienda orgánica y al mismo tiempo la producción de un *pool* enzimático con posible aplicación en tecnología del cuero, entre otras.

## 3. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS AFLUENTES PROVENIENTES DEL CURTIDO DE PIEL OVINA

### Materiales y métodos

#### 3.1. Obtención y caracterización del efluente

El efluente usado fue generado en la planta piloto de curtiduría del Centro de Investigación y Tecnología del Cuero, empleando pieles de ovejas. El tratamiento primario se realizó sobre la línea de curtido y de ribera por separado, para evitar la formación de gases tóxicos. Dichos efluentes líquidos se mezclaron en una relación 4:1 y se caracterizaron antes de los ensayos de tratamiento biológico a través de la determinación de DBO, DQO, pH, NKT (nitrógeno total Kjeldahl), conductividad y concentración de cloruros (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1992).

### 3.2. Tratamiento biológico (reactor biológico)

Las experiencias del tratamiento biológico o secundario se realizaron por duplicado, utilizando reactores con aireación discontinuos tipo *batch* de 1 litro de capacidad. El pH se mantuvo alrededor de 7-8 y se estimó la concentración de microorganismos presentes por medio de la determinación de sólidos suspendidos volátiles (SSV). Los reactores biológicos se iniciaron con inóculos provenientes de una planta de tratamiento cloacal y fueron adaptados gradualmente con el efluente de curtido de piel ovina durante 15 y 30 días. A medida que aumentaba la alimentación con el efluente de curtido, disminuía la alimentación con el sustrato original (leche). El efluente se suplementó con fósforo de manera de cumplir con la proporción 100: 5: 1 de carbono: nitrógeno: fósforo. El caudal, en cada caso, se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$Q = \left( \frac{F}{M} \cdot V_r \cdot SSV \right) / DBO$$

F/M: relación alimento/ microorganismos

Para la ejecución del ensayo de tratabilidad se empleó el modelo cinético de Monod. A partir de los resultados obtenidos se calcularon los parámetros: K (velocidad máxima de eliminación del sustrato) y Ks (constante de saturación). Estos parámetros cinéticos se aplicaron en la siguiente ecuación linealizada, para calcular el tiempo de retención (Lateef *et al.*, 2013):

$$\frac{Xt}{S_{in}-S} = \frac{Ks}{K} \cdot \frac{1}{S} + 1/K$$

T: tiempo de retención hidráulica; Sin: DQO inicial; S: DQO final; X: SSV (mg/l)

### 3.3. Bioindicadores

Se realizaron análisis macroscópicos cualitativos relacionados con la sedimentación del fango y observación microscópica, para monitorear la evolución del sistema. Las muestras obtenidas en diferentes etapas del ensayo fueron observadas con microscopía óptica de campo claro. Este monitoreo resulta tener alta sensibilidad porque cualquier cambio en la calidad del fango activado se ve reflejado en la composición de las especies presentes (bioindicadores) (Vázquez *et al.*, 1999).

## Resultados

### 3.1

Características del efluente del curtido de oveja con tratamiento primario	
DBO	1860 mg O <sub>2</sub> /l
DQO	5400 mg O <sub>2</sub> /l
pH	4,6
Conductividad	40 mS
Cloruros	24 g/l
NKT	0,25-0,38 g/l

Tabla 3

## 3.2

Tiempo (min)	SST (mg/L)	SSF (mg/L)	SSV (mg/L)	DQO (mg/L)
1	7650	3470	4180	1157
5	8100	3650	4450	1052
10	7310	3290	4020	1157
15	7080	3190	3890	1262
20	8960	3980	4980	946
30	8200	3620	4580	1262
60	9280	4200	5080	946
120	8590	4020	4570	946
180	7300	3480	3820	946
240	9020	3990	5030	736
300	8430	3880	4550	736
360	6720	3070	3650	631
480	7570	3490	4080	631
1440	8170	3840	4330	526

SST: sólidos suspendidos totales

SSF: sólidos suspendidos fijos

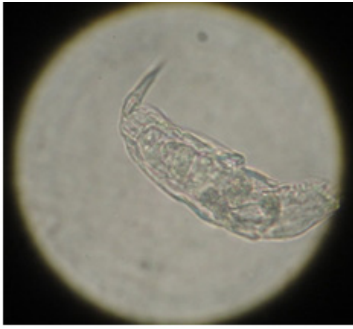
SSV: (mg/L) sólidos suspendidos volátiles

Tabla 4. Valores para obtener coeficientes cinéticos usados en los modelos de Monod

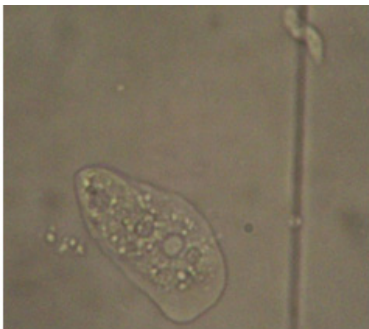
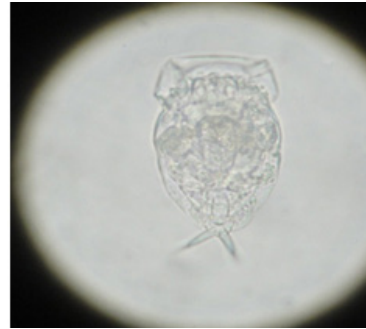
Después del tratamiento biológico de 24 h, el parámetro DQO disminuyó de 5400 mg O<sub>2</sub>/L a 526 mg O<sub>2</sub>/L. De acuerdo con los datos de SSV y DQO determinados a lo largo del ensayo, el modelo que mejor se ajustó fue el de Monod, cuya tasa máxima de remoción del sustrato (K) fue de 1,71/día y el coeficiente de saturación (Ks) fue de 1090 mg/L. Estos parámetros cinéticos se aplicaron a la ecuación linealizada, resultando el tiempo de retención hidráulico de 60 h para una relación alimento/microorganismo (F/M= 0,47/día), DQO inicial 5000 mg O<sub>2</sub>/L y DQO final 250 mg O<sub>2</sub>/L.

## 3.3. Bioindicadores

En el análisis de la microbiota, se detectaron rotíferos de las familias Philodinidae y Lecanidae (fotomicrografía 7) al comienzo del ensayo, pero no al final, cuando ya presentaba un 100 % de efluente. Estas comunidades son representantes de fangos maduros. Además, se han detectado amebas desnudas de la familia Amoebidae (fotomicrografía 8) y diferentes grupos de protistas alveolados. La presencia de ciliados disminuye la cantidad de bacterias libres, y por lo tanto la turbidez, mejorando la calidad del efluente. Se encontró una mayor diversidad de protistas ciliados: ciliados nadadores bacterívoros de la familia Cyclidiidae, *Cyclidium sp.* (fotomicrografía 9), y de la familia Parameciidae. Durante las últimas etapas aparecen los ciliados sésiles, básicamente peritricos de la familia Vorticellidae (*Vorticella sp.*) (fotomicrografía 10), y se observan formas individuales o que pueden formar colonias (fotomicrografía 11). Además, en esta etapa aparecen los pleurostomatos nadadores predadores/omnívoros de la familia Litonotidae (fotomicrografía 12) y los ciliados reptantes bacterívoros espirotricos de la familia Aspidiscidae (fotomicrografía 13) (Salvado *et al.*, 1997; Kudo, 1946; Pérez *et al.*, 2010).



Fotomicrografía 7. Metazoos Familia Lecanidae



Fotomicrografía 8. Ameba desnuda



Fotomicrografía 9. Familia Cyclidiidae



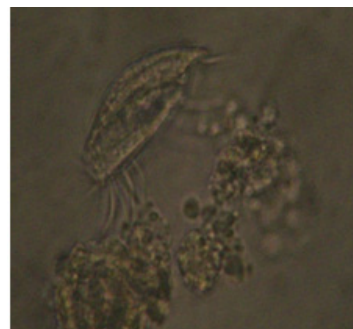
Fotomicrografía 10. Ciliados sésiles *Vorticella* sp



Fotomicrografía 11. Ciliados pedunculados



Fotomicrografía 12. Familia Litonotidae



Fotomicrografía 13. Familia Aspidiscidae

## CONCLUSIONES

Se confirmó que las características del efluente tratado afectaron la evolución de la microfauna que compone el fango activado. Al mismo tiempo, se verificó la viabilidad del ensayo de tratabilidad biológica y se utilizó la caracterización del componente biológico como indicador del funcionamiento del sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- BRUNO, M.; PARDO, M.; CAFFINI, N. y LÓPEZ, L. (2003). "Hieronymain I. a New Cysteine Peptidase Isolated from Unripe Fruits of Bromelia Hieronymi Mez (Bromeliaceae)". *Journal of Protein Chemistry*, vol. 22, n.º 2, pp. 127-134.
- CANTERA, C.; GOYA, L.; GALARZA, B.; GARRO, M. y LÓPEZ, L. (2003). "Hair Saving Unhairing Process. Characterization of Enzymatic Preparations Applied in Soaking and Unhairing Processes". *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, vol. 87, pp. 69-77.
- CRISPIM, A. y MOTA, M. (2003). "Unhairing with Enzymes", *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, vol. 87, pp. 198-202.
- DECRETO REGLAMENTARIO N.º 831/1993, de Reglamentación de la Ley 24051. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, 3 de mayo de 1993.
- ELÍADES, L.; CABELLO, M.; VOGET, C.; GALARZA, B. y SAPARRAT, M. (2010). "Screening for Alkaline Keratinolytic Activity in Fungi Isolated from Soils of the Biosphere Reserve "Parque Costero del Sur" (Argentina)". *World Journal Microbiology Biotechnology*, vol. 26, n.º 11, pp. 2105-2111.
- GALARZA, B.; CAVELLO, I.; GARRO, M.; GORTARI, C.; HOURS, R. y CANTERA, C. (2012). "Evaluation of Increase at the Production of Keratinolytics Enzymes". *Journal of AQEIC*, vol. 62, n.º 3, pp. 70-73.
- GALARZA, B.; GARRO, L.; GORTARI, C.; BONFRANCESCHI, A.; HOURS, R. y CANTERA, C. (2014). "From a Problem of Solid Waste to an Useful Product in Beamhouse Process". *Journal of AQEIC*, vol. 65, n.º 2, pp. 49-55.
- GALARZA, B.; GARRO, L.; MARTEGANI, J. y HOURS, R. (2016). "Characterization and Evaluation of Fungal Enzymatic Pool with Unhairing Activity". *Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists*, vol. 100, pp. 257-262.
- GREENBERG, A.; CLESCERI, L. y EATON, A. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18.ª edición. Washington: APHA-WEF-AWWA.
- HAYDAR, S.; AZIZ, J. y AHMAD, M. (2007). "Biological Treatment of Tannery Wastewater Using Activated Sludge Process". *Pakistan Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 1, pp. 61-66.
- KUDO, R. (1946). *Protozoology*. 3.ª edición. Illinois: Charles Thomas Publisher.

- LATEEF, A.; CHAUDHRY, M. y ILYAS, S. (2013). "Biological Treatment of Dairy Wastewater Using Activated Sludge". *ScienceAsia*, vol. 39, pp. 179-185.
- LEY NACIONAL 24051, de Residuos Peligrosos. Boletín Oficial de la República Argentina, Buenos Aires, 17 de enero de 1992.
- LÓPEZ, L.; SEQUEIROS, C.; NATALUCCI, C. L.; CAFFINI, N.; BRULLO, A.; MARAS, B. y BARRA, D. (2000). "Purification and Characterization of Macrodontain I, a Cysteine Peptidase from Unripe Fruits of Pseudananas Macrodontes (Morr.) Harms (Bromeliaceae)". *Protein Expression and Purification*, vol. 18, pp. 133-140.
- NANDY, T.; KAUL, S.; SHASTRY, S.; MANIVEL, W. y DESHPANDE, C. (1999). "Wastewater management in cluster of tanneries in Tamilnadu through implementation of common treatment plants". *Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 58, pp. 475-516.
- PARDO, M.; LÓPEZ, L.; CANALS, F.; AVILÉS, F.; NATALUCCI, C. y CAFFINI, N. (2000). "Purification of balansain I, an endopeptidase from unripe fruits of Bromelia balansae Mez (Bromeliaceae)". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 48, pp. 3795-3800.
- PÉREZ-UZ, B.; ARREGUI, L.; CALVO, P.; SALVADO, H.; FERNÁNDEZ, N.; RODRÍGUEZ, *et al.* (2010). "Assessment of Plausible Bioindicators for Plant Performance in Advanced Wastewater Treatment Systems". *Water Research*, vol. 44, pp. 5059-5069.
- SALVADO, H.; RIUS, M.; GRACIA, M. y AMIGO, J. (1997). "Capacidad indicadora de los distintos grupos de Protozoos y Metazoos en sistemas de depuración por fangos activos según su modo de alimentación y tipo de relación con el flóculo". *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, vol. 47, pp. 99-107.
- TORRES, M.; TREJO, S.; MARTIN, M.; NATALUCCI, C.; AVILÉS, F. y LÓPEZ, L. (2010). "Purification and Characterization of a Cysteine Endopeptidase from Vasconcellea quercifolia A. St.-Hil. Latex Displaying High Proteolytic Activity". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, pp. 11027-11035.
- VANBREUSEGHEM, R. (1952). "Technique biologique pour l'isolement des dermatophytes du sol". *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale*, vol. 32, pp. 173-178.
- VÁZQUEZ, R. J.; DELGADO, F. A.; SOSA, G. E. y TELLO, D. A. (1999). "Correlation between Activated Sludge Bioindicators and the Performance of the Sewage Plant in El Rompido (Huelva, Spain)". *Tecnología del agua*, vol. 193, pp. 41-55.



---

**RESÚMENES DE TRABAJOS  
PRESENTADOS EN  
EL CUARTO CONGRESO**

---





## EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO EN LA SALUD DE PERSONAS EXPUESTAS A RUIDO INDUSTRIAL. ESTUDIO INTEGRANTE DEL P.I.O.<sup>1</sup> “ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL TERRITORIO”

N. Vechiatti, F. Iasi, A. Armas, A. Velis, C. Posse, D. Tomeo

Laboratorio de Acústica y Luminotecnia (LAL-CIC)  
cicalal@gba.gob.ar

### RESUMEN

*En este trabajo se presentan la metodología seguida y los resultados obtenidos en la Evaluación de Impacto Acústico realizada en zonas aledañas a la refinería YPF La Plata, desarrollada en el marco del Proyecto de Investigación Orientada: “Estrategias para la gestión integral del territorio”. Se trata de un proyecto integrado en el Observatorio Medioambiental La Plata, repositorio ambiental conformado por la Universidad Nacional de la Plata (UNLP), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC), conducido por un grupo de investigadores luego de la inundación del 2 de abril de 2013 en la ciudad de La Plata y en sus alrededores. Si bien el mencionado proyecto tuvo por objeto diagnosticar las consecuencias de aquel nefasto fenómeno climático para poder aportar soluciones con inteligencia territorial, resultó que durante la interacción de los científicos con los habitantes de una de las zonas estudiadas, estos últimos manifestaron que, entre otros factores de riesgo, también estaban expuestos a ruidos molestos. Esto motivó la inclusión de un estudio acústico en el PIO, con el objeto de evaluar los posibles efectos en la salud de las personas expuestas al contaminante físico “ruido”.*

**Palabras clave:** evaluación de impacto acústico, ruidos molestos, contaminación acústica.

---

<sup>1</sup> Proyecto de Investigación Orientada.



## RASTROJO DE MAÍZ: PRODUCCIÓN TEÓRICA DE ETANOL LIGNOCELULÓSICO EN RELACIÓN A LA FECHA DE SIEMBRA

L. E. García Stepien, M. S. Borlandelli, D. O. Roldán, Y. M. Ibáñez

Instituto de Investigación Agropecuaria, Ambiente y Salud (IIPAAS)  
iipaas@agrarias.unlz.edu.ar

### RESUMEN

*El efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento y la calidad bioenergética del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) es poco conocido. Este recurso está siendo reconsiderado debido a que no compite con los alimentos y tiene un bajo costo. El objetivo fue determinar el efecto de la fecha de siembra en la producción teórica de etanol del rastrojo en híbridos comerciales de maíz. Cuatro híbridos fueron evaluados en dos fechas de siembra en un diseño de bloques completos aleatorizados con arreglo factorial y tres repeticiones. Se analizaron variables de rendimiento y calidad bioenergética. Además, se determinaron mediante regresión lineal los perfiles verticales de distribución del rendimiento (tn/ha) y del rendimiento en etanol teórico potencial (L/ha), dividiendo al rastrojo en estratos de 20 cm desde la base al ápice. La fecha de siembra tardía fue superior a la temprana. Produjo un mayor rendimiento de rastrojo (11,32 vs. 9,37 tn/ha) y en etanol teórico potencial (3,78 vs. 2,47 mil L/ha). Hubo un aporte decreciente de cada estrato desde la base hasta el ápice de la planta. No obstante, la fecha de siembra tardía produjo mayor acumulación de biomasa por estrato, aportando mayor remanente al suelo ante una misma altura de corte.*

**Palabras clave:** bioetanol lignocelulósico, maíz, calidad bioenergética, fecha de siembra.



## INVESTIGACIÓN, TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y EXTENSIÓN, MOTORES DEL DESARROLLO DE LA APICULTURA EN EL SUDOESTE BONAERENSE

L. Gallez, E. Tourn, S. C. Villamil\*

Laboratorio de Estudios Apícolas (LabEA), Dpto. Agronomía, Universidad Nacional del Sur - CIC  
labea@uns.edu.ar

### RESUMEN

*La articulación entre investigación, transferencia tecnológica, docencia y extensión universitaria es indispensable para resolver problemáticas del sector productivo. El Laboratorio de Estudios Apícolas (LabEA), centro asociado a CIC, está vinculado con la Cooperativa de Trabajo Apícola Pampero Ltda. (CAP) cuyos técnicos asesoran a la Cámara de Apicultores Pampero. El objetivo es presentar los logros relevantes obtenidos por el LabEA en conjunto con otros actores sociales. Los métodos utilizados en los ensayos de laboratorio y de campo se describen en publicaciones previas. La vinculación a través de proyectos conjuntos y convenios permitió obtener financiamiento para los estudios y también para la etapa de producción. El trabajo de investigación sobre la flora y las mieles del sudoeste (SO) bonaerense llevado a cabo por el LabEA sustentó la producción por parte de CAP de cuatro mieles tipificadas de acuerdo a su origen. El desarrollo y comercialización de un acaricida innovador y de un suplemento nutricional de uso apícola pudieron concretarse gracias a la interacción entre entidades apícolas e instituciones de ciencia y técnica, y a recursos económicos de entidades públicas. Varios proyectos de extensión y de apoyo al cooperativismo, actualmente en curso, promueven la valoración de la apicultura.*

**Palabras clave:** apicultura, redes de colaboración, cooperativismo, respaldo técnico, sudoeste bonaerense.

---

\* Elian Tourn: etourn@uns.edu.ar; Soledad C. Villamil: soledad.villamil@uns.edu.ar



## **MACHINE LEARNING APLICADO A REMOTE SENSING: APLICACIONES EN GOBERNANZA DIGITAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE**

J. Tessore, L. Cicerchia, L. Esnaola, H. Ramón, C. Russo, M. Sarobe, S. Serafino, A. Smail\*

Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT), Escuela de Tecnología,  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)  
contacto@itt.unnoba.edu.ar

### **RESUMEN**

*El presente trabajo muestra las problemáticas abordadas mediante tecnologías de Machine Learning aplicadas a Remote Sensing, las que pueden servir de soporte a la gobernanza digital para el desarrollo sustentable. Para ello se realiza una revisión bibliográfica de la utilización de estas dos tecnologías con el fin de mostrar cuáles son los avances alcanzados en el área, en qué se está trabajando y cuáles son las aplicaciones relacionadas con la gobernanza electrónica para el desarrollo sustentable.*

**Palabras clave:** *Electronic Governance, Sustainable Development, Machine Learning, Remote Sensing.*

---

\* J. Tessore, L. Cicerchia: becarios de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).  
H. Ramón, C. Russo: investigadores asociados de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).  
juanpablo.tessore@itt.unnoba.edu.ar, lucas.cicerchia@itt.unnoba.edu.ar, leonardo.esnaola@itt.unnoba.edu.ar, hugo.ramon@itt.unnoba.edu.ar,  
claudia.russo@itt.unnoba.edu.ar, monica.sarobe@itt.unnoba.edu.ar, sandra.serafino@itt.unnoba.edu.ar, ana.smail@itt.unnoba.edu.ar.



## COMPETENCIAS DE EGRESO EN INGENIERÍA Y REQUERIMIENTOS DEL SECTOR METALMECÁNICO DEL CONURBANO BONAERENSE: DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE ADECUACIÓN Y DE DESARROLLO EN EL MEDIANO PLAZO

M. Comoglio, C. Minnaard, D. Serra, N. Morrongiello\*

Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación (IIT&E)  
iite@ingenieria.unlz.edu.ar

### RESUMEN

*El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) viene sosteniendo que la enseñanza como transferencia de conocimientos perdió espacio en la realidad actual, postura que está en sintonía con la aprobación en el año 2006 del documento que sintetiza las competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino. A más de diez años de la aparición de dicho documento nos preguntamos cuál es la adecuación entre sus competencias y los requerimientos del mercado laboral, en particular del sector metalmeccánico del conurbano de la provincia de Buenos Aires. El objetivo del trabajo fue establecer, a partir de la percepción de dicho sector empleador, tres niveles de adquisición de competencias: nivel observado (NO), nivel deseado (NMD) y nivel requerido en el futuro –en el mediano plazo– (NRF), para lo cual se trabajó con las medias para cada una de las capacidades asociadas definidas y a partir de estos resultados obtener dos indicadores que denominamos indicador de adecuación de la competencia (IAC) e indicador de desarrollo de la competencia (IDC). Los resultados alcanzados permiten advertir que si bien en todos los casos existen brechas, no todas las capacidades demandan la misma atención de desarrollo a futuro.*

**Palabras clave:** competencias de egreso, carreras de ingeniería, índice de adecuación de competencias, índice de desarrollo de competencias.

---

\* Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación IIT&E, Centro Asociado CIC: mcomoglio@gmail.com, minnaardclaudia@gmail.com, morrongiello\_noelia@yahoo.com.ar  
Instituto de Investigaciones en Ingeniería Industrial I4. Centro Asociado CIC: diego.g.serra@gmail.com



## EL ABORDAJE DE LAS MIGRACIONES EN CONTEXTOS SUBNACIONALES COMO MARCO PARA COMPRENDER LA IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS MIGRATORIAS. EL CASO DEL MUNICIPIO DE GENERAL PUEYRREDÓN

J. Nicolao y J. M. Araya\*

Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL-UNICEN)  
ceipil@hotmail.com

### RESUMEN

*Con el propósito de profundizar el análisis de los problemas de acceso a derechos sociales de los migrantes regionales en el interior bonaerense, el objetivo de esta ponencia es reflexionar sobre el lugar que ocupa la temática migratoria en la agenda pública municipal en el partido de Gral. Pueyrredón en el período 2010-2017. Se analizan las temáticas a las que aparece ligada la cuestión migratoria en la esfera pública, el contexto en el que emerge y su grado de permanencia, los actores o red de actores que influyen en su impulso, partiendo de asumir, que tales elementos, condicionan directa o indirectamente la implementación de la política migratoria a escala local. Como estrategia de recolección de datos, se acude a la selección y el análisis integral de fuentes periodísticas de carácter provincial, regional y nacional; dispositivos discursivos de funcionarios públicos y referentes de la sociedad civil, especialmente de representantes de colectividades extranjeras. Se concluye que las migraciones no cuentan con un lugar preestablecido en la agenda local, que alcanzan una emergencia transitoria en la agenda pública y una sobreexposición de la dimensión cultural e identitaria desde la cual no se problematiza la situación de estos grupos en su acceso a derechos sociales.*

**Palabras clave:** política migratoria, derechos, migrantes regionales, agenda municipal, partido de General Pueyrredón.

---

\* Dra. Julieta Nicolao, investigadora asistente de la CIC, miembro de la planta de investigadores permanentes del CEIPIL-UNICEN. nicolao\_j@yahoo.com.ar. Mag. José María Araya, director del CEIPIL-UNICEN, centro asociado a la CIC. araya@rec.unicen.edu.ar



## REDES DE VINCULACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA SUSTENTABILIDAD EN LA REGIÓN NOBA

M. M. Filpe, F. E. Antonini, M. M. Ortin, A. Stradiot, A. Mangialardi\*

Instituto de Diseño e Investigación de la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (IDI-UNNOBA)

### RESUMEN

*El emplazamiento territorial del partido de Pergamino favorece el impulso de redes que fomentan el desarrollo económico-productivo en la región. Se vincula con las principales ciudades del país y, además, en dicho territorio se sitúa la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA) que amplía el repertorio de vinculaciones. Dentro del espacio académico se fomenta el desarrollo local formando profesionales críticos, ofreciendo espacios de análisis, reflexión e investigación, abordando temas de incumbencia global tales como la sustentabilidad.*

*Desde el Instituto de Diseño e Investigación (IDI) de la UNNOBA se desarrollan proyectos que propician una interacción con el medio y la región a través de la articulación entre empresas y otros agentes sociales, a fin de aprovechar las potencialidades de cada actor.*

*El objetivo de este trabajo es mostrar cómo desde el diseño se articulan redes que habilitan soluciones a problemáticas del sistema industrial.*

*El diseñador debe ser consciente de que cada decisión que toma y acción que ejecuta tienen un impacto socioeconómico y ambiental. Por ello es necesario que el diseño se funde sobre bases sustentables, de modo que se asuma la responsabilidad con el medio, reconociendo la capacidad de transmitir valores a través del diseño.*

**Palabras clave:** diseño, sustentabilidad, región NOBA.

---

\* María de las Mercedes Filpe: [idi@unnoba.edu.ar](mailto:idi@unnoba.edu.ar); Florencia Elena Antonini: [florenciaantonini@unnoba.edu.ar](mailto:florenciaantonini@unnoba.edu.ar); María de las Mercedes Ortin: [mortin@unnoba.edu.ar](mailto:mortin@unnoba.edu.ar); Agustina Stradiot: [agusstradiot@gmail.com](mailto:agusstradiot@gmail.com); Antonela Mangialardi: [antonela.mangialardi@gmail.com](mailto:antonela.mangialardi@gmail.com)



## CAMBIO EN LA SENSIBILIDAD AL FUNGICIDA TEBUCONAZOL EN LAS POBLACIONES DE *ZYMOSEPTORIA TRITICI*, PATÓGENO DE LA SEPTORIOSIS DE LA HOJA DEL TRIGO

C. A. Cordo, C. Trofino, M. C. Stocco, C. I. Mónaco, N. I. Kripelz, P. Balatti\*

Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de La Plata  
fitopato@agro.unlp.edu.ar

### RESUMEN

*La septoriosis de la hoja del trigo, producida por *Zymoseptoria tritici* (Quaedvlieg & Crous), necrosa el área fotosintética disminuyendo el rendimiento final. En Argentina la aplicación de fungicidas es una práctica común de control, y los triazoles y las estrobilurinas son los más frecuentes. Los triazoles son activos inhibidores del ergosterol que abunda como parte constitutiva de la membrana de la célula fúngica. No obstante, el uso genera grados de tolerancia en el patógeno obligando a la utilización de mezclas de principios activos. El objetivo fue: evaluar la pérdida de sensibilidad al efecto del fungicida tebuconazol en las poblaciones de aislados de *Zymoseptoria tritici* de la región triguera argentina. Se cuantificaron: a) la tasa de crecimiento de las colonias fúngicas de 46 aislados creciendo en APG sólido con fungicida incorporado, en relación a los mismos creciendo en medio de cultivo sin el fungicida, y b) el porcentaje de eficiencia del fungicida para cada uno de los aislados. El análisis de Kruskal Wallis categorizó a los aislados en dos tipos de respuesta: 1- tolerantes, que superan el efecto inhibitor del fungicida; 2- que no superan el crecimiento en presencia del fungicida. La experiencia internacional explica la tolerancia al fungicida por alteraciones genéticas producidas en el gen CYP51, responsable en el patógeno de la sensibilidad al químico. El siguiente avance será diagnosticar la presencia de los genotipos alterados para recomendar el uso adecuado de los principios activos.*

**Palabras clave:** trigo, *Zymoseptoria tritici*, *Mycosphaerella graminícola*, fungicida, triazol.

---

\* Cristina Cordo: cristcordo@gmail.com; Clara Trofino: claratrofino@hotmail.com; Marina Stocco: stocco343@yahoo.com.ar; Cecilia Mónaco: cecilia.monaco7@gmail.com; Natalia Kripelz: kripelznatalia72@gmail.com; Pedro Balatti: pbalatti@gmail.com



## CAUSAS DEL DETERIORO PREMATURO DE PAVIMENTOS DE HORMIGÓN DE LA CIUDAD DE BAHÍA BLANCA Y RUTAS DE ACCESO. SU RELACIÓN CON LA FRANJA CAPILAR

P. Pérez Marfil, E. Bauer, L. Lescano, G. Pera Vallejos, C. Priano, J. J. Berezosky, C. Lexow, S. Marfil\*

Centro de Geología Aplicada, Agua y Medio Ambiente (CGAMA)  
smarfil@uns.edu.ar

### RESUMEN

*Se estudiaron pavimentos de hormigón de la ciudad de Bahía Blanca y de una rotonda de acceso, con el propósito de evaluar el estado de conservación y determinar las causas de deterioro. El área relevada abarca 33 km<sup>2</sup>. Se analizó el estado de las losas (fallas estructurales, superficies de abrasión, fracturas y deterioro por la reacción álcali-sílice) y el tipo de agregado (fino y grueso).*

*Se tomaron muestras para determinar porosidad, abrasión, densidad y para realizar estudios petrográficos de los agregados y del hormigón. Se realizó un estudio estadístico sobre las 15 776 losas relevadas y se concluyó que el 48 % presenta deterioro. El 47 % se debe a fallas estructurales, y de estas, el 14 % necesita reemplazo total. Es frecuente observar lavado superficial, en especial en las esquinas. Esto se debe al efecto del tránsito y al inadecuado drenaje del agua de lluvia que se acumula sobre el pavimento.*

*Por otra parte, se evaluó el comportamiento hidrodinámico de la zona no saturada (ZNS) de un sector de la ciudad, haciendo especial énfasis en la franja capilar en un terreno limo arcilloso, mediante modelación numérica, y se compararon los resultados con mediciones directas. El área está caracterizada por un nivel freático somero y aguas de elevado tenor salino. Se observó que la franja capilar se moviliza masivamente junto a las fluctuaciones del nivel con una altura capilar de 123 cm. Los resultados obtenidos indican que existe una influencia hidrodinámica en los niveles superiores de la ZNS.*

**Palabras clave:** pavimentos, hormigón, zona no saturada, Bahía Blanca.

\* paulaperezmarfil@gmail.com, leticia.lescano@uns.edu.ar, lexow@uns.edu.ar, guillermo.vallejos@uns.edu.ar, cpriano@uns.edu.ar, juanjob22@hotmail.com



## REMOCIÓN DE PLAGUICIDAS MCPA E IMAZAPIC DE SOLUCIÓN ACUOSA CON MATERIALES CARBONOSOS

A. Spaltro, M. Caputo, M. N. Pila, D. D. Colasurdo, S. L. Laurella, D. L. Ruiz, M. M. Schiavoni, P. E. Allegretti\*

Centro de Estudios de Compuestos Orgánicos (CEDECOR)  
cedecor@quimica.unlp.edu.ar

### RESUMEN

*El objetivo general de este trabajo se orienta a la búsqueda de alternativas simples y accesibles para la remediación de aguas contaminadas, teniendo en cuenta que la presencia de contaminantes emergentes en nuestros recursos hídricos, tales como fármacos y pesticidas, es motivo de preocupación para la salud y seguridad ambiental.*

*Se realizaron estudios de adsorción de dos pesticidas: MCPA (ácido 4-cloro-2-metil fenoxiacético) e Imazapic (ácido 2-[4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-il]-5-metil-3-piridin carboxílico), en dos diferentes tipos de material carbonoso.*

*Fueron utilizados dos tipos de carbón activado, cada uno con diferentes características físicas y químicas, CAT-Ox 4 sulfuro de hidrógeno, adquirido en pellets de 4 mm y CARBOPAL MB 4S (Donau).*

*Se realizaron diferentes experimentos en batch de los herbicidas MCPA e Imazapic sobre dos tipos de carbón activado, CAT y CARBOPAL, bajo diferentes condiciones. Ambos materiales parecen ser muy efectivos removiendo estos contaminantes, pero CAT parece tener una mayor capacidad. Ambos pesticidas siguen cinéticas de adsorción de pseudo segundo orden en ambos materiales, lo que indicaría una mayor contribución de quimisorción con formación de monocapa. La capacidad de adsorción ( $q_e$ ) de herbicidas es significativamente influenciada por el valor de pH. En el presente estudio, ambos pesticidas tienen una disminución en la capacidad de adsorción cuando se utilizan condiciones básicas debido a que la superficie de los carbones están cargadas negativamente y en estas condiciones los herbicidas se encuentran en forma aniónica.*

*Además, diferentes modelos fueron analizados para predecir propiedades de cada proceso de adsorción. MCPA se adapta al modelo teórico de Langmuir en ambos materiales. Debido a esto, se predice un proceso de quimisorción con la formación de una monocapa. Por otro lado, Imazapic se*

\* CEDECOR. CONICET: agus\_6088@hotmail.com, maric233@hotmail.com, matias\_pila@outlook.com, diego.colasurdo@quimica.unlp.edu.ar, druiz@quimica.unlp.edu.ar  
Facultad de Ciencias Exactas. CEDECOR CICBA: sllaurella@hotmail.com, mms@quimica.unlp.edu.ar, pallegre@quimica.unlp.edu.ar

*adapta al modelo GAB sobre CAT y CARBOPAL, con la formación de multicapas. La capacidad de adsorción es muy alta, por lo que ambos materiales pueden ser usados como método efectivo y de bajo costo para remover MCPA e Imazapic de recursos acuosos.*

**Palabras clave:** pesticidas, remediación, Imazapic, MCPA.

## VISIBILIDAD DE SITIOS INSTITUCIONALES Y SU PRODUCCIÓN. LOS CASOS DE LA CIC Y LA UNLP: INTEROPERABILIDAD DE CENTROS CON LOS REPOSITORIOS CIC DIGITAL Y SEDICI

M. M. Vila, E. Manzur, G. L. Villarreal, M. R. De Giusti\*

Centro de Servicios en Gestión de Información (CESGI)  
cesgi@cic.gba.gob.ar

### RESUMEN

*Este artículo presenta un proyecto del CESGI sobre visibilidad web institucional y promoción de la producción, mediante el cual se construyen y mejoran sitios web para centros, laboratorios y unidades de investigación y desarrollo, tanto de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICBA) como de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Además el proyecto vincula los sitios institucionales con los repositorios mediante el desarrollo de un cliente OpenSearch para recuperar contenidos desde repositorios digitales compatibles con este estándar. Este desarrollo se realizó como complemento de los distintos gestores de contenido (CMS) muy utilizados por centros y unidades de investigación (Wordpress, Joomla y Choique). En el trabajo se destaca la importancia de colaborar con los centros y las unidades de I+D para mejorar la forma en que exponen en la web sus líneas de investigación, proyectos y actividades, así como también la oportunidad que ofrece un servicio de este tipo para potenciar y promover el uso de los repositorios institucionales y con ello la visibilidad e impacto de la producción de los autores de las instituciones.*

**Palabras clave:** OpenSearch, RSS/Atom, sistemas de gestión de contenidos, promoción del uso de repositorios.

---

\* M. M. Vila: coordinadora del grupo de preservación digital, difusión y análisis de impacto de CESGI. vilamm@sedici.unlp.edu.ar  
E. Manzur: pasante PREBI-SEDICI UNLP. ezemanzur@sedici.unlp.edu.ar  
G. L. Villarreal: subdirector CESGI, docente-investigador UNLP. gonzalo@prebi.unlp.edu.ar  
M. R. De Giusti: directora CESGI, investigadora independiente CIC, docente-investigadora UNLP. marisa.degiusti@sedici.unlp.edu.ar



## HORMIGONES RECICLADOS: UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

C. J. Zega, M. E. Sosa, A. A. Di Maio

Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT)  
hormigones@lemit.gov.ar

### RESUMEN

*La presencia de infraestructuras ha sido un indicador de la calidad de vida de cualquier sociedad moderna, aunque en raras ocasiones se ha tenido en cuenta el impacto generado. Por otra parte, las estructuras y elementos desechados por algunas civilizaciones han sido aprovechados por civilizaciones venideras para la construcción de nuevas estructuras. En el caso de la industria de la construcción, esta siempre ha sido considerada como generadora de gran cantidad de residuos, al mismo tiempo que posee una larga tradición en su reutilización, tanto de desperdicios propios como de otras industrias. La escasez de recursos naturales, las necesidades crecientes de materia prima y fundamentalmente la preservación del medio ambiente han llevado a la búsqueda de nuevas opciones para el reciclado de materiales en el campo de la Ingeniería Civil; una de las que presenta mayores expectativas de desarrollo es la relacionada con la reutilización de los hormigones de desecho como agregados reciclados en la producción de nuevos hormigones. La línea de investigación que se lleva adelante en el LEMIT, desde hace casi veinte años, vinculada a la temática de los hormigones reciclados, busca incrementar los conocimientos sobre el desempeño mecánico y fundamentalmente durable de este nuevo material, con el fin de lograr el mayor porcentaje de utilización del residuo sin desmerecer la calidad del hormigón reciclado, contribuyendo de este modo al desarrollo sustentable del hormigón.*

**Palabras clave:** hormigón, agregado reciclado, sustentabilidad, resistencia, durabilidad.



## SÍNDROME URÉMICO HEMOLÍTICO: ECO-EPIDEMIOLOGÍA DEL ENEMIGO QUE AFECTA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

P. Lucchesi, A. Etcheverría, A. Krüger, M. Sanso, A. Bustamante, D. Fernández, M. Sanz, R. Colello, E. Cáceres, J. Ruiz, J. Burgán, J. Cadona, J. González, L. Hernández, M. García, V. Vélez, G. Arroyo, N. L. Padola\*

Centro de Investigación Veterinaria de Tandil (CIVETAN)  
uecivetan@gmail.com

### RESUMEN

*Escherichia coli verocitotoxigénico (VTEC) es un patógeno emergente asociado a casos de diarrea, colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico (SUH), del cual Argentina presenta el registro más alto de casos a nivel mundial. No existe tratamiento específico para el SUH, por lo que son fundamentales las estrategias de control y prevención. Los estudios se han centralizado en cepas del serotipo O157:H7, pero las infecciones asociadas a VTEC no-O157 tienen creciente importancia y representan nuevos desafíos para el diagnóstico y el control de VTEC. En este trabajo se evaluó el rol de distintas especies animales, medio ambiente y alimentos en la epidemiología de VTEC, se caracterizó la variabilidad genética y la virulencia de las cepas, y se estudiaron medidas de control. Las metodologías comprenden técnicas microbiológicas y de biología molecular. Los resultados confirman la amplia distribución de las cepas VTEC, demuestran su gran diversidad genética y la presencia de factores de virulencia asociados con enfermedad en el hombre. Las cepas estudiadas mostraron alta capacidad para sobrevivir en el ambiente. La exhaustiva caracterización de las cepas resalta el alto riesgo para la salud pública que representan.*

**Palabras clave:** síndrome urémico hemolítico, toxina Shiga, bovinos, alimentos, medio ambiente, control.

\* Centro de Investigación Veterinaria de Tandil (CIVETAN), UNCPBA-CICPBA-CONICET, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA: paulaluc@vet.unicen.edu.ar, analiain@vet.unicen.edu.ar, akruger@vet.unicen.edu.ar, msanso@vet.unicen.edu.ar, avbustaman@vet.unicen.edu.ar, dfer\_inm@vet.unicen.edu.ar, msanz@vet.unicen.edu.ar, rocioc@vet.unicen.edu.ar, maemilia@vet.unicen.edu.ar, jruiz@vet.unicen.edu.ar, juliaburgan@gmail.com, jimena.cadona@gmail.com, julianag@vet.unicen.edu.ar, lubhtandil@hotmail.com, maurogb@vet.unicen.edu.ar, victoriavelez.92@gmail.com, gharroyo@vet.unicen.edu.ar, nlpadola@vet.unicen.edu.ar



## PROYECTO PARA EVALUAR LA GENERACIÓN DE BIOGÁS A PARTIR DE LOS DESECHOS DE BIOMASA (SUSTRATO GASTADO) DE LA PRODUCCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES

M. Pérez-Chávez, L. Mayer, E. Albertó\*

Instituto de Investigaciones Biotecnológicas - Instituto Tecnológico de Chascomús (IIB-INTECH)  
intech@intech.gov.ar

### RESUMEN

*En el último tiempo, la Argentina ha impulsado el uso de fuentes de energía renovables, lo que incluye la utilización de residuos agrícolas para generar bioenergía. El biogás es un combustible producido por digestión anaeróbica que ha sido considerado una de las tecnologías más sustentables y de bajo costo. En la producción de hongos se descartan miles de toneladas de sustrato lignocelulósico que podría emplearse para la generación de biogás, por haber sido sometido a un pretratamiento enzimático que hace más adecuados los materiales para la digestión bacteriana. Recientemente, hemos empleado el sustrato agotado de dos hongos comestibles para la producción de biogás: Pleurotus ostreatus con paja de trigo en codigestión con estiércol ovino, y aserrín proveniente de Gymnopilus pampeanus. Hemos probado que la acción del hongo en el sustrato favorece la generación de biogás. Para llevar a escala este proyecto, se instalará un laboratorio de análisis bioquímico que contará con tres biodigestores automatizados (15 L) en los cuales se evaluará la cantidad de biogás producido con varios sustratos agotados. Asimismo, se analizarán los lodos resultantes y se evaluará su uso como fertilizantes de campo. Adicionalmente, se montará un biodigestor de 50 m<sup>3</sup> para determinar la producción de biogás a escala piloto.*

**Palabras clave:** bioenergía, residuos agrícolas, lignocelulosa, biodigestión, codigestión, *Pleurotus ostreatus*, *Gymnopilus pampeanus*.

---

\* Marión Pérez-Chávez y Edgardo Albertó: Instituto de Investigaciones Biotecnológicas - Instituto Tecnológico de Chascomús, IIB-INTECH (UNSAM-CONICET). amperez@intech.gov.ar y eoalberto@intech.gov.ar  
Leopoldo Mayer: Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM. leomayer@gmail.com



## CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y DEL MECANISMO DE INTERACCIÓN CON MEMBRANAS BIOLÓGICAS DE SURFACTANTES DERIVADOS DE ARGININA

M. Hermet, M. E. Fait, S. R. Morcelle, L. S. Bakas\*

Centro de Investigación de Proteínas Vegetales (CIProVe-UNLP-CIC)  
caffini@biol.unlp.edu.ar

### RESUMEN

*Se caracterizaron algunas propiedades fisicoquímicas de dos surfactantes derivados de arginina, Bz-Arg-NHC<sub>10</sub> y Bz-Arg-NHC<sub>12</sub>, así como su interacción con membranas biológicas utilizando glóbulos rojos humanos (GRH) como sistema modelo. Dichos compuestos fueron capaces de reducir la tensión superficial del agua a un valor constante, y mostraron, además, concentraciones micelares críticas (CMC) definidas. La observación de agregados cilíndricos de Bz-Arg-NHC<sub>n</sub> a través de microscopía de fuerza atómica corroboró las predicciones basadas en los valores del parámetro de empaquetamiento. Los estudios de la actividad hemolítica evidenciaron que la solubilización de la membrana de GRH es inducida por los agregados de los surfactantes, ya que solo se observó lisis celular a concentraciones mayores que sus respectivas CMC. Los cambios morfológicos observados en los GRH expuestos a los surfactantes demostraron la existencia de dos fenómenos involucrados en el mecanismo hemolítico: la incorporación de monómeros de surfactante en la capa externa de la membrana de los GRH, que provoca su desestabilización con la consiguiente formación de equinocitos y liberación de microvesículas, y la extracción de los componentes de la membrana, resultante de colisiones con los agregados de los surfactantes, lo que provoca una disminución del área relativa de la capa externa y favorece la aparición de estomatocitos.*

**Palabras clave:** surfactantes, hemólisis, micelas, microvesículas.

---

\* Centro de Investigación de Proteínas Vegetales (CIProVe-UNLP-CIC), Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 y 115, La Plata, Buenos Aires.  
meli.hermet@hotmail.com; fait.mariaelisa@biol.unlp.edu.ar; morcelle@biol.unlp.edu.ar; lbakas@biol.unlp.edu.ar.



## HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO Y LA ENTREGA DE SERVICIOS PÚBLICOS DIGITALES DE ACCIÓN SOCIAL PARA MUNICIPIOS BONAERENSES

P. Fillottrani, E. Estévez, K. Cenci, P. Pesado, A. Pasini, P. Thomas\*

Laboratorio de Ingeniería de Software y Sistemas de Información (LISSI)  
 Instituto de Investigación en Informática - Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática (III-LIDI)  
 lissi@cs.uns.edu.ar

### RESUMEN

*El peso de la política social en los gobiernos municipales bonaerenses ha crecido en los últimos años con el objetivo de alcanzar un mayor grado de desarrollo, mejor distribución del ingreso y reducción de la pobreza. Sin embargo, una mayor asignación de recursos no siempre implica una más efectiva concreción de los objetivos. Este proyecto tiene como objetivo mejorar la eficacia de la implementación de las políticas sociales municipales mediante soluciones informáticas que permitan optimizar la entrega de servicios públicos de acción social basados en Internet, aplicaciones móviles, almacenamiento en la nube y nuevas tecnologías informáticas. Se propone caracterizar, documentar y clasificar buenas prácticas para mejorar la calidad y accesibilidad de los servicios ofrecidos, y diseñar soluciones tecnológicas que permitan una mayor eficiencia y eficacia en las interacciones gobierno-ciudadanos y en los procesos relacionados con la entrega de servicios públicos digitales de acción social. Contando con la colaboración de las municipalidades de Bahía Blanca y La Plata, este proyecto es llevado a cabo por dos grupos de investigación, integrantes del LISSI de la Universidad Nacional del Sur y del III-LIDI de la Universidad Nacional de La Plata, con experiencia internacional en el tema.*

**Palabras clave:** servicios públicos digitales, servicios al ciudadano, servicios de acción social, TIC para inclusión social, gobierno digital para municipios, *software* para servicios públicos.

\* P. Fillottrani y K. Cenci: Laboratorio de I+D en Ingeniería de Software y Sistemas de Información (UNS-CIC Prov. Buenos Aires), Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

E. Estévez: Laboratorio de I+D en Ingeniería de Software y Sistemas de Información (UNS-CIC Prov. Buenos Aires), Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (UNS-CONICET), Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

P. Pesado, A. Pasini y P. Thomas: Instituto de Investigación en Informática - Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática (III-LIDI), Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata (UNLP).



## LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN OSTEOPATÍAS Y METABOLISMO MINERAL: UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO PARA EL TRATAMIENTO DE OSTEOPATÍAS DE ORIGEN METABÓLICO

A. M. Cortizo, A. D. McCarthy, M. S. Molinuevo, M. V. Gangoiti, J. M. Fernández\*

Laboratorio de Investigaciones en Osteopatías y Metabolismo Mineral (LIOMM)  
cortizo@biol.unlp.edu.ar

### RESUMEN

*El Laboratorio de Investigaciones en Osteopatías y Metabolismo Mineral (LIOMM) se creó en el año 2012 como una unidad multidisciplinaria dedicada a la investigación científico-tecnológica, con el fin de incrementar los conocimientos científicos, la educación y la extensión en el campo de las patologías óseas y metabólicas, así como su aplicación en la ingeniería de tejidos. Nuestras áreas de interés son: osteopatías, metabolismo mineral, diabetes mellitus, síndrome metabólico, ingeniería de tejido. Se abordan aspectos de la fisiopatología del esqueleto asociados con enfermedades metabólicas de alta prevalencia como la diabetes mellitus, síndrome metabólico y obesidad. Se investigan las posibles causas de estas osteopatías metabólicas, sus tratamientos con diferentes fármacos, así como terapia celular utilizando células progenitoras de médula ósea. Para contribuir al espectro terapéutico disponible para las distintas patologías oseocartilaginosas, se desarrollan y estudian matrices poliméricas que sirvan como sistemas de liberación controlada de drogas o como scaffolds para la reparación de tejido oseointerfacial. Contamos con la colaboración de investigadores clínicos (osteólogos, endocrinólogos) del país, investigadores básicos (INIFTA, IFLYSIB, Universidad de Rosario) y grupos del extranjero, en particular de España (Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Oviedo, Instituto de Bioingeniería de Cataluña, IBEC) y de Estados Unidos (Universidad de Florida, Gainesville).*

**Palabras clave:** metabolismo óseo, ingeniería de tejidos, diabetes mellitus, síndrome metabólico.

\* Dra. Prof. A. M. Cortizo: cortizo@biol.unlp.edu.ar; Dr. Prof. A. D. McCarthy: mccarthy@biol.unlp.edu.ar; Dra. M. S. Molinuevo: silmol@biol.unlp.edu.ar; Dra. M. V. Gangoiti: mvgangoiti@biol.unlp.edu.ar; Dr. J. M. Fernández: jmfernandez@biol.unlp.edu.ar



## PERSPECTIVAS DISCIPLINAR Y COGNITIVA DE LA INTEGRACIÓN DE SIMULACIONES EN LA EDUCACIÓN EN FÍSICA

G. Santos, A. Domínguez, A. Miranda, G. Cenich\*

Grupo de investigación Educación en Ciencias con Tecnologías (ECienTec)  
ecientec@exa.unicen.edu.ar

### RESUMEN

*En este trabajo se presentan y analizan dos casos de integración de la tecnología en el currículum escolar de Física, a efectos de identificar necesidades de formación docente continua en dos líneas que son fuentes de fracaso escolar: las dificultades propias del contenido objeto de aprendizaje y las dificultades específicas de aprendizaje en algunos estudiantes. Desde un enfoque etnográfico, se propone un estudio empírico de carácter observacional e interpretativo de los procesos interactivos que se construyen en el contexto particular de aulas de nivel secundario, que integran la tecnología al currículum.*

*Las simulaciones que se integran al currículum escolar como unidad pedagógica significativa responden a un objetivo y a una actividad de aprendizaje y evaluación. Poseen tres características para facilitar los aprendizajes: ayudan a la comprensión de ideas complejas y abstractas porque brindan soporte visual, requieren menos memoria de trabajo y reducen la carga cognitiva. Se deriva que mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias presupone asumir la necesidad de un trabajo colaborativo entre profesores-investigadores en enseñanza y docentes de educación media; y en los casos de dificultades en los estudiantes, se suma la necesidad de incorporar especialistas de la salud y la familia de los estudiantes.*

**Palabras clave:** educación en Física, simulaciones computacionales, interacción digital, TDA/H, formación docente.

---

\* {nsantos, mdoming, amiranda, gabcen}@exa.unicen.edu.ar



## ANÁLISIS DE VIDEO Y CLASIFICACIÓN DE OBJETOS EN UNA PLATAFORMA DE VIGILANCIA DE CÓDIGO ABIERTO UTILIZANDO PROCESAMIENTO DIFERIDO

A. Pérez, L. Domínguez, J. P. D'Amato, A. Rubiales, L. Fernández Esteberena y R. Barbuzza\*

Laboratorio de Plasmas Densos (PLADEMA)  
pladema@exa.unicen.edu.ar

### RESUMEN

*La inseguridad es un problema que afecta a todas las ciudades del mundo. Las más informatizadas recurren a la videovigilancia para combatirla, montando centros de monitoreo con cientos de cámaras y personal idóneo que realiza las tareas de observación. Sin embargo, este método parece no ser suficiente y los organismos públicos deben atender un reclamo social por mayor transparencia y eficiencia en el accionar ante un delito. Aunque existen soluciones corporativas, estas tienden a centralizar el desarrollo y no es sencillo añadir nuevas funcionalidades. En este contexto es que surge el presente proyecto: una plataforma de administración de cámaras y sensores basada en bibliotecas de código abierto, para apoyar la gestión integral de la seguridad. Esta plataforma complementa técnicas básicas de análisis automatizado de videos, tal como la detección de movimiento y seguimiento de objetos, hasta otras específicas, como la clasificación de objetos o la identificación de patentes. La arquitectura desarrollada es abierta, escalable y permite añadir diferentes tipos de algoritmos a partir de un pipeline de análisis diferido. En este trabajo se presenta la estructura ideada, los algoritmos actualmente utilizados para el seguimiento y clasificación de objetos, y diferentes resultados de análisis y eficiencia de la propuesta.*

**Palabras clave:** videovigilancia, plataforma, clasificación de objetos.

---

\* A. Pérez, CICIPBA, PLADEMA-UNCPBA, aperez@exa.unicen.edu.ar; L. Domínguez: PLADEMA-UNCPBA, CONICET, ldominguez@exa.unicen.edu.ar; J. P. D'Amato: PLADEMA-UNCPBA, CONICET, jpdamato@exa.unicen.edu.ar; A. Rubiales: CICIPBA, PLADEMA-UNCPBA, arubiales@exa.unicen.edu.ar; L. Fernández Esteberena: PLADEMA-UNCPBA, CONICET, la.ferest@gmail.com; R. Barbuzza: CICIPBA, PLADEMA-UNCPBA, rbarbu@exa.unicen.edu.ar



## INSTRUMENTOS DE GESTIÓN TERRITORIAL EN EL MARCO DE LOS NUEVOS PARADIGMAS INTERNACIONALES Y SU APLICACIÓN EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

A. Conti, J. P. Del Río, G. Andrade, R. Coletti, A. O. Delgado, P. Mariñelarena, M. Pacheco,  
P. Raymundo, J. I. Gómez Costa\*

Laboratorio de Investigaciones del Territorio y el Ambiente (LINTA)  
ciclinta@gba.gov.ar

### RESUMEN

*El trabajo forma parte de un proyecto de investigación que propone el análisis de experiencias de gestión territorial, mediante la evaluación de los instrumentos de gestión utilizados, los resultados obtenidos y el grado de diálogo –asimilación, alineamiento o disidencia– con las distintas recomendaciones internacionales en la materia. Para ello, se tomaron como referencia los últimos documentos internacionales relacionados con la gestión del territorio, en especial las prescripciones de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible y la Agenda Urbana de Hábitat III (2016), ambas correspondientes a la Organización de Naciones Unidas (ONU); asimismo, se identificaron instrumentos de gestión territorial de diversos partidos de la provincia de Buenos Aires, relacionados con diferentes temáticas (ordenamiento territorial, planeamiento urbano, hábitat, patrimonio, desarrollo local); estos serán analizados a la luz de los paradigmas en juego y del enfoque de políticas públicas (PP), prestando especial atención a los problemas de implementación de los instrumentos de gestión, con el fin de identificar limitaciones y proponer premisas para optimizar recursos en el marco de la gestión democrática del territorio. Más que conclusiones, se presentan como resultados los avances de la sistematización de las recomendaciones internacionales en la materia y la selección de los casos de estudios.*

**Palabras clave:** políticas públicas, territorio, instrumentos de gestión, desarrollo sostenible.

---

\* Investigadores: A. Conti, J. P. Del Río; Profesionales de apoyo: G. Andrade, R. Coletti, A. O. Delgado, P. Mariñelarena, M. Pacheco; Becario: P. Raymundo, Pasante: J. I. Gómez Costa.  
Camino Centenario y n.º 506 (Campus Tecnológico CIC), (1897), Gonnet, Buenos Aires. Teléfono: (0221) 471-7126.



## CIENTÓPOLIS: MOTORIZANDO LA CIENCIA CIUDADANA

D. Torres, F. Correa, A. Marisi, E. Claramunt, V. Cepeda, L. Lus, J. Ramírez, S. Pravisani,  
A. Díaz, M. Fressoli, A. Fernández\*

Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA)  
info@lifia.info.unlp.edu.ar

### RESUMEN

*En ciertas situaciones como la toma, clasificación y etiquetado de muestras, el científico realiza un gran número de tareas simples, repetitivas, que no pueden ser automatizadas y que podrían ser ejecutadas por personas sin formación en la materia si se las entrena y asiste con herramientas. En el pasado, en proyectos de conservación, astronomía y biología, entre otros, este tipo de tareas se ha delegado de manera efectiva a voluntarios. Cuando se convoca a ciudadanos voluntarios para colaborar con los científicos, se habla de ciencia ciudadana. Encontrar e involucrar a esos voluntarios, sumado a coordinar y reconocer su trabajo, es una tarea compleja. Definir y conducir proyectos de ciencia ciudadana presenta desafíos en tres áreas críticas: metodologías, tecnologías y construcción de comunidades de voluntarios. El proyecto Cientópolis (<http://cientopolis.org>) tiene como objetivo producir avances en estas tres áreas y socializarlos con la comunidad. En la actualidad, Cientópolis brinda espacios para compartir conocimiento y experiencias, ofrece herramientas para la construcción de proyectos de toma de muestras con dispositivos móviles y construcción colaborativa de conocimiento, da acceso a una comunidad creciente de ciudadanos científicos y explora estrategias de ludificación para consolidar y sostener dicha comunidad.*

**Palabras clave:** ciencia abierta, ciencia ciudadana, colaboración en ciencia, participación ciudadana.

\* LIFIA, Facultad de Informática, UNLP. Calle 50 y 120 s/n.º, La Plata, Argentina. Teléfono: (0221) 422-8252.

D. Torres (diego.torres@lifia.info.unlp.edu.ar); F. Correa (fcorrea.open@gmail.com); A. Marisi (agustinmarisi@gmail.com); E. Claramunt (ezequiel.claramunt@gmail.com); V. Cepeda (virginiamcepeda@gmail.com); L. Lus (mlaura.lus@gmail.com); J. Ramírez (javier7ar@gmail.com); S. Pravisani (santiagopravisani@gmail.com); A. Díaz (alicia.diaz@lifia.info.unlp.edu.ar) y A. Fernández: (alejandro.fernandez@lifia.info.unlp.edu.ar); Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. M. Fressoli (mfressoli@fund-cenit.org.ar); CONICET–Centro de Investigaciones para la Transformación, CENIT.



## DETECCIÓN DE CONTAMINANTES EN ACUÍFEROS MEDIANTE EL MÉTODO GEOELÉCTRICO: GRÁFICOS DE SENSIBILIDAD COMO HERRAMIENTA PARA LA ELECCIÓN DE UN DISPOSITIVO ELECTRÓDICO APROPIADO

M. V. Bongiovanni y V. Grünhut\*

Laboratorio de Investigación, Desarrollo y Transferencia de la Facultad de Ingeniería  
de la Universidad Austral (LIDTUA-CIC)  
lidtua@austral.edu.ar

### RESUMEN

*La explotación de un depósito de hidrocarburos, ya sea convencional o no convencional, puede causar daños ambientales. A pesar de que los pozos realizados por las compañías petroleras se encuentran mucho más profundos que los acuíferos, eventualmente se puede contaminar el agua con fugas de agua salada, derrame de petróleo u otros agentes contaminantes, tales como productos químicos utilizados en la fracturación hidráulica. Por eso, es muy importante realizar estudios de vulnerabilidad. En este trabajo se analiza si es posible detectar la contaminación de un acuífero que se encuentra sobre un reservorio de petróleo aproximadamente a 250 m de profundidad, utilizando el método geoeléctrico. Como la respuesta que se obtiene depende del dispositivo electródico que se utiliza, es necesario estudiar la sensibilidad de cada dispositivo –es decir, el grado en el que un pequeño cambio en la resistividad de una sección de la subsuperficie puede influir en el potencial medido–. Esta se ha calculado utilizando el módulo AC/DC de COMSOL Multiphysics 5.3. El gráfico de sensibilidad muestra que es posible detectar zonas contaminadas a unos 250 m de profundidad con electrodos en superficie y en un pozo, y que esta disposición posee una sensibilidad mayor que con electrodos solo en superficie.*

**Palabras clave:** acuíferos, contaminación, geoeléctrica, COMSOL, sensibilidad.

\* Facultad de Ingeniería, Universidad Austral, LIDTUA-CIC, CONICET. Mariano Acosta 1611, B1629WWA, Pilar, Buenos Aires. Tel.: (011) 5239-8000, int. 8500.

V. Bongiovanni: mbongiovanni@austral.edu.ar; V. Grünhut: vgrunhut@austral.edu.ar



## EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL CUIDADO DOMÉSTICO Y EXTRADOMÉSTICO, ESTADO NUTRICIONAL Y DESARROLLO INFANTIL EN EL DISTRITO DE ENSENADA

S. Ortale, C. Aimetta, M. Cardozo, A. Sanjurjo, R. Wright, M. Querejeta, S. Di Iorio, D. Weingast, J. A. Santos, J. Fachal, J. Romanazzi, A. Laguens, E. Centeleghe\*

Centro de Estudios en Nutrición y Desarrollo Infantil (CEREN)  
ceren@cic.gba.gob.ar

### RESUMEN

*Se presentan resultados parciales del proyecto “Evaluación de las condiciones del cuidado doméstico y extradoméstico, estado nutricional y desarrollo infantil en Berisso y Ensenada” (PFCCIC 2016), cuyo objetivo es contribuir al conocimiento de las vinculaciones entre los factores ambientales no naturales (domésticos y extradomésticos) y algunos indicadores de la salud infantil, en distritos de la provincia de Buenos Aires.*

*El proyecto asume: a) un diseño transeccional correlacional a partir de una muestra probabilística polietápica, estratificada por conglomerados, con selección de escuelas de nivel inicial –y secciones de 5 años– del ámbito público, de forma aleatoria proporcional; y b) una estrategia de triangulación intrametodológica con uso de encuestas semiestructuradas, autoadministradas a padres/madres, mediciones antropométricas y evaluación del desarrollo psicológico de todos/as los/as niños/as de las secciones seleccionadas, con consentimiento informado.*

*Los resultados que se presentan aquí son los obtenidos para el municipio de Ensenada. Son un aporte a la evaluación de las condiciones del cuidado –doméstico y extradoméstico<sup>1</sup>–, el estado nutricional y el desarrollo infantil en niños/as que asisten al nivel inicial de escuelas públicas, y se espera que representen un insumo valioso destinado a orientar acciones dirigidas a resolver problemáticas extendidas en la infancia.*

**Palabras clave:** cuidado, estado nutricional, desarrollo infantil.

\* Colaboradores: M. N. Espósito, L. González, J. Másoli, L. Bondoni (integrantes del CEREN) y L. Bergel Sanchis (becaria posdoctoral del CONICET; Facultad de Ciencias Naturales de la UNLP).

<sup>1</sup> La dimensión cuidados extradomésticos no se presenta porque parte de ella se encuentra en procesamiento. Para su relevamiento se utilizó el cuestionario autoadministrado y un protocolo de observación y valoración de los entornos educativos e interacciones en el nivel inicial (a cargo de la Prof. en Ciencias de la Educación y becaria CEREN/CIC-PBA Lucía Bondoni).



## EL CEDETS Y UN CASO A ESCALA DE DESARROLLO LOCAL

E. Porras, M. Chrestia, J. Porras\*

Centro de Emprendedorismo y Desarrollo Territorial Sostenible (CEDETS)  
cedets.upso.cic@gmail.com

### RESUMEN

*En el presente trabajo se describen aspectos relevantes de una metodología de desarrollo local para pequeños o medianos municipios urbano-rurales, surgida a partir de experiencias previas y de una reciente implementación exitosa a escala real. La característica saliente de la metodología es que todo en ella está orientado a lograr que las actividades planteadas en el plan estratégico y participativo de los distritos efectivamente se concreten, es decir, que el proceso de desarrollo continúe, e incluso se enriquezca, durante todo el período previsto. En otras palabras, su objetivo es implementar un proceso sistemático y estratégico de desarrollo local, que se caracterice por ser no solo endógeno y participativo, sino también sostenible en el tiempo. Para esto, se detalla primero la metodología propia (metodología original) que fue consensuada con el Gobierno Municipal de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, al momento de iniciar las actividades. Luego se describe en líneas generales el proceso que está teniendo lugar en ese distrito y, en simultáneo, cómo la realidad particular de esa comunidad fue interactuando con la teoría, induciendo modificaciones a la propuesta original y, de esa forma, mejorándola.*

**Palabras clave:** desarrollo local, metodología de desarrollo local, planificación estratégica.

---

\* Erica Porras: Centro de Emprendedorismo y Desarrollo Territorial Sustentable, CEDETS (UPSO-CIC), erica.porras@upso.edu.ar  
Mariana Chrestia: CEDETS (UPSO-CIC), mariana.chrestia@upso.edu.ar. José Porras: CEDETS (UPSO-CIC), jporras@upso.edu.ar



## NÓMINA DE AUTORES

Abal Matos, Mercedes; Aguilar, Lucas Rodrigo; Aguyaro, Mariano Javier; Aimetta, Corina; Albertó, Edgardo; Allegretti, Patricia Ercilla; Álvarez Martini, Carlos Alberto; Alzamendi, Ana; Andrade, Gisel; Anello, Melina; Antonini, Florencia Elena; Araya, José María; Arbeletche, Lidia B.; Armas, Alejandro Andrés; Arroyo, Guillermo; Bailliet, Graciela; Bakas, Laura Susana; Balatti, Pedro Alberto; Baliño, Verónica; Barbuzza, Rosana Graciela; Barrile, Franco; Bauer, Emiliano Nicolás; Berezosky, Juan José; Bongiovanni, María Victoria; Borlandelli, María Silvia; Bravi, Claudio; Burgán, Julia; Bustamante, Ana; Cabral, Agustina Soledad; Cáceres, María Emilia; Cadona, Jimena Soledad; Cálcena, Eugenio; Caputo, Maricel; Cardozo, Mariela Rosana; Carretero, Silvina; Castelain, José González; Castrogiovanni, Daniel; Catanesi, Cecilia; Cenci, Karina; Cenich, Gabriela; Centeleghe, María Eugenia; Cepeda, Virginia; Cervini, Federico; Chrestia, Mariana; Cicerchia, Lucas Benjamín; Claramunt, Ezequiel; Colasurdo, Diego Damián; Colello, Rocío; Coletti, Renaldo; Collazos, Guillermo; Comoglio, Marta; Conti, Alfredo Luis; Cordisco González, Santiago; Cordo, Cristina Alicia; Cornejo, María Paula; Correa, Facundo; Cortizo, Ana María; Cortizo, Luis Camilo; Corujo, Leonardo Andrés; Cuello, Mariela; D'Amato, Juan Pablo; Dalieri, Marcela; Daverio, María Silvana; De Francesco, Pablo Nicolás; De Giusti, Marisa Raquel; Del Río, Juan Pablo; Delgado, Arnoldo Oscar; Deluchi, Marta; Di Iorio, Susana Noemí; Di Maio, Ángel Antonio; Di Rocco, Florencia; Di Santo Meztler, Gabriela Paula; Díaz, Alicia; Domínguez, Alejandra; Domínguez, Leonardo; Dubny, Sabrina Ayelén; Entraigas, Ilda; Ermácora, Mario; Errasti, María Eugenia; Esnaola, Leonardo Martín; Estévez, Elsa; Etcheverría, Analía Inés; Fachal, Julieta; Fait, María Elisa; Fernández Esteberena, Leonardo Ariel; Fernández, Adriana; Fernández, Alejandro; Fernández, Daniel; Fernández, Gimena; Fernández, Juan Manuel; Fillottrani, Pablo Rubén; Filpe, María de las Mercedes; Fressoli, Mariano; Galarza, Betina Claudia; Gallez, Liliana María; Galliani, Juan; Gambaro, Sabrina; Gangoiti, María Virginia; García Romero, Guadalupe; García Stepien, Luis Ezequiel; García, Juan Manuel; García, Mauro; Garrido, Verónica; Garro, María Laura; Giovambattista, Andrés; Gómez Costa, Juan Ignacio; Gómez, Leonardo Fabián; González, Juliana; Grünhut, Vivian; Guaraglia, Dardo; Harnichar, Alejandro Ezequiel; Hermet, Melisa; Hernández, Julieta; Hernández, Luciana; Hohl, Diana María; Iasi, Federico Martín; Ibáñez, Y. M.; Kripelz, Natalia Irene; Krüger, Alejandra; Kruse, Eduardo Emilio; Lacunza, Josefina; Laguens, Ana; Laurella, Sergio Luis; Laurencena, Patricia Claudia; Lescano, Leticia; Lexow, Claudio; Llovera, Ramiro Esteban; López, L. M. I.; Lucchesi, Paula; Lufrano, Daniela; Lus, Laura; Mangialardi, Antonela; Manzur, Ezequiel; Marfil, Silvina Andrea; Mariñelarena, Patricia Inés María; Marisi, Agustín; Martínez Damonte, Valentina; Martínez, Joel Benjamín; Martorelli, Luis; Masson, Ignacio; Mayer, Leopoldo; McCarthy, Antonio; Mc Carthy, Clara; Miguel, Ignacio; Minnaard, Claudia; Miranda, Andrea; Molinuevo, María Silvina; Mónaco, Cecilia Inés; Morcelle, Susana; Morrongiello, Noelia; Mujica, Mayra Nahir; Mustafá, Emilio Román; Muzzio, Marina; Nicolao, Julieta; Noo Bermúdez, Sebastián Horacio; Ortale, María Susana; Ortin, María de las Mercedes; Othax, Natalia Elisabet;

Pacheco, Mara; Padola, Nora Lía; Panaroni, Darío Hernán; Parisi, Julieta Marcia; Pasini, Ariel; Paz, Paula; Peluso, Fabio Oscar; Pera Vallejos, Guillermo; Perelló, Mario; Pérez Marfil, Paula Mariana; Pérez, Alejandro Julián; Pérez-Chávez, Marión; Pesado, Patricia Mabel; Pila, Matías Nicolás; Porras, Erica Marcela; Porras, José; Portales, Andrea Estefanía; Posse, Carlos Manuel; Pravisani, Santiago; Priano, Carla; Querejeta, Maira Gisela; Raingo, Jesica; Ramírez, Javier; Ramón, Hugo Dionisio; Raymundo, Patricio; Rey, María A.; Reynaldo, Mirta Beatriz; Rodrigues Capítulo, Leandro; Rodríguez Golpe, Daniela Carmen; Rodríguez, Silvia Susana; Roldán, D. O.; Romanazzi, María Justina; Rubiales, Aldo José; Ruiz, Danila Luján; Ruiz, Julia; Russo, Claudia Cecilia; Sala, Camila; Sanjurjo, Adriana Laura; Sanso, Mariel; Santos, Graciela; Santos, Javier Alberto; Santos, María Rita; Sanz, Marcelo; Sarobe, M.; Schiavoni, María de las Mercedes; Serafino, Sandra; Serra, Diego; Silbestro, Miriam; Smail, A.; Sosa, María Eva; Spaltro, Agustín; Stocco, Marina Celeste; Stradiot, Agustina; Tessore, Juan Pablo; Thomas, Pablo; Tolosa, María José Anahí; Tomeo, Daniel Alejandro; Torres, Diego; Tosti, Beatriz; Tourn, Elian; Trejo, Sebastián; Trofino, Clara; Ungaro, Pablo Miguel; Uriarte Donati, Maia; Vechiatti, Nilda Susana; Vélez, María Victoria; Velis, Ariel Gustavo; Vigo, Gisela; Vila, María Marta; Villamil, Soledad Camila; Villarreal, Gonzalo; Weingast, Diana; Wright, Ricardo Abraham; Zabala, María Emilia; Zega, Claudio; Zubiría, María Guillermina.

**Herramientas para el desarrollo : ponencias y resúmenes / compilado por Antonio Albor Maspoli. - 1a ed. - La Plata : Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 2017.**

**134 p. ; 30 x 21 cm.**

**ISBN 978-987-98816-1-3**

**1. Ciencia y Tecnología. 2. Medio Ambiente. I. Maspoli, Antonio Albor, comp.  
CDD 333.707**





## **CIC.GBA.GOV.AR**

Calle 526 e/10 y 11 - CPA B1906APO  
La Plata, provincia de Buenos Aires  
Tel: (0221) 421 7374 - 482 3795/9581  
Fax: (0221) 425 8383

